

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-301035

(43)公開日 平成6年(1994)10月28日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	7408-2K		
F 2 1 V 8/00		D 6908-3K		
G 0 9 F 9/00	3 2 3	7610-5G		
	3 2 8	7610-5G		

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 30 頁)

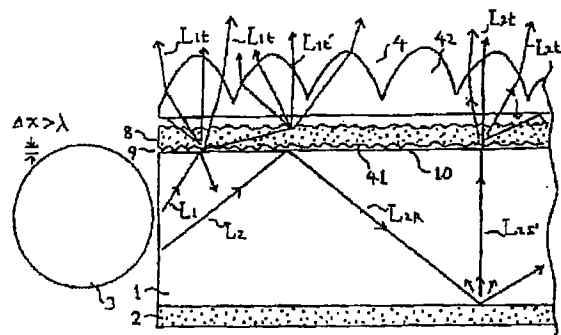
(21)出願番号	特願平5-112397	(71)出願人	000002897 大日本印刷株式会社 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(22)出願日	平成5年(1993)4月16日	(72)発明者	西尾 俊和 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
		(72)発明者	竹内 道子 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
		(72)発明者	増淵 暢 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
		(74)代理人	弁理士 小西 淳美

(54)【発明の名称】 面光源、それを用いた表示装置、及びそれらに用いるレンズシート

(57)【要約】

【目的】 液晶等の透過型表示装置に於いて、光輝度で、適度な視野角を持ち、且つ面内の輝度分布も均一な画面を得る。又その為の有効な面光源を提供する。

【構成】 導光板、該導光板の裏面の光拡散反射層、該導光板側面の線状光源、該導光板表面のレンチキュラーレンズシートからなるエッジライト型面光源に於いて、該レンズシートが楕円柱又は双曲線柱型単位レンズをその稜線を平行にして多数配列した物からなる。該楕円又は双曲線は、その長軸が面光源の法線方向を向く。又より好ましい態様として、該レンズシート裏面と導光板表面との間に、光の波長以上の間隙を持たせた物を含む。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、該導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、該導光体裏面の光反射層と、該導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートとからなる面光源であつて、

該レンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \leq \text{長軸} / \text{短軸} \leq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事の特徴とする面光源。

【請求項2】 透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、該導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、該導光体裏面の光反射層と、該導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートとからなる面光源であつて、

該レンズシートは双曲線柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該双曲線柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \leq \text{漸近線の傾斜} \leq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事の特徴とする面光源。

【請求項3】 該導光体が表面粗さが光源光の波長以下の平滑表面を有する透光性平板からなり、該レンチキュラーレンズシートがレンズ面の反対面に表面粗さが光源光の波長以上の微小凹凸を有しており、その微小凹凸面を導光体の平滑表面側に向けて積層されてなり、導光体とレンズシートとの間に光源光の波長以上の空隙を少なくとも部分的には有する事の特徴とする請求項1に記載の面光源。

【請求項4】 該導光体が表面粗さが光源光の波長以下の平滑表面を有する透光性平板からなり、該レンチキュラーレンズシート裏面と該導光体表面との間に光拡散層を挿入してなり、該光拡散層の表面及び裏面に表面粗さが光源光の波長以上の微小凹凸を有しており、その結果、光源光の波長以上の空隙を少なくとも部分的に形成された界面が、導光体表面と光拡散層との界面、及び光拡散層とレンズシート裏面との界面の2箇所を有する事の特徴とする請求項1記載の面光源。

【請求項5】 1個以上の線光源又は点光源と、該光源の下面及び側面を覆い光源の上面に窓が開口され、光源側内面が光反射面となっているランプハウスと、該窓部を被覆する凹又は凸のレンチキュラーレンズ、とからなる面光源であつて、

該レンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互

2

いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \leq \text{長軸} / \text{短軸} \leq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事の特徴とする面光源。

【請求項6】 1個以上の線光源又は点光源と、該光源の下面及び側面を覆い光源の上面に窓が開口され、光源側内面が光反射面となっているランプハウスと、該窓部を被覆する凹又は凸のレンチキュラーレンズ、とからなる面光源であつて、

該レンズシートは双曲線柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該双曲線柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \leq \text{漸近線の傾斜} \leq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事の特徴とする面光源。

【請求項7】 請求項1～請求項6の面光源の光放出面上に透過型表示素子を積層してなる事の特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は面光源に関するものであり、液晶表示装置等の透過型表示装置のバックライト、照明広告、交通標識等に有用なものである。本発明は又該面光源を背面光源として用いた液晶表示装置等の透過型表示装置も開示する。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置（LCD）のバックライト用の面光源として、

①図7のような透光性平板を導光体としたエッジライト方式のものが知られている。このような面光源では、透明な平行平板からなる導光体の側端面の双方又は一方から光を入射させ、透光性平板内部の全反射を利用し光を導光板の全域に遍く伝播させ、その伝播した光の一部を導光体裏面の光散乱反射板で臨界面未満の拡散反射光となし、導光板表面から拡散光を放出する。（実開昭55-162201）。

②図6のような一方の面に三角プリズム型レンチキュラーレンズの突起を有し、もう一方の面を平滑面としたレンズシートを、①の面光源の導光板表面上に突起面を上にして重ね、レンズの光集束作用を利用して、その拡散放射光を所望の角度範囲内に均一方向的に拡散させることができる（実開平4-107201）。このレンズシートは艶消透明拡散板（艶消透明シート）と組合せて使用する場合には、単に艶消透明拡散板のみを用いたもの（米国特許第4729067号）よりも、光源の光エネルギーを所望の限られた角度範囲内に重点的に分配し、かつ、その角度範囲内では均一方向性の高い拡散光を得

ることはできた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前述した従来の技術①では、導光体裏面に光散乱板を設けただけの①では、放出光は導光体表面の法線方向に対して60度の角度をピークに比較的鋭い分布をすることになり、最も光を必要とする法線方向の輝度が不足し、受容の少ない斜め横方向に光エネルギーが散逸してしまう。また、従来の技術②では導光体の光放出面上の三角プリズム型レンチキュラーレンズシートが放出光を屈折集束させることにより、光放出面の法線方向をピークとして30°~60°の角度内に放出される光エネルギー比率が高くなるが、一方で図17の様に法線方向から離れた方向(斜め方向)にも放出光のピーク(サイドローブ)が発生するという欠点があった。此の為、依然として観察者に寄与しない損失光が残存する。又このサイドローブは周囲に不要なノイズ光を輻射することにもなり不都合であった。更に、放出面内での輝度分布についても予想に反して、導光板側端部から2~4cm迄は高輝度であるが、それ以上遠ざかると輝度が漸次低下し、光源と反対側の端部では目立って暗くなると云う問題も生じることがわかった。

【0004】これらの欠点を改良すべく、

③特開平1-245220号のように、導光体裏面の光散乱層を網点等のパターン状とし、且つそのパターンの面積を光源に近づく程小さく、光源から遠ざかる程大きくさせて導光板面内の輝度分布を補正、均一化させる試み。

④特開平3-9306号のように導光板の側端部の2箇所以上に光源を配置して導光板面内の輝度分布を補正、均一化させる試み。

がなされたが、いずれも完全に輝度を均一化することは難しく、又③では光放出面側から、光散乱層を網点が目立ってしまう欠点があり、又④では光源のスペース、消費電力とも2倍以上となる欠点があった。

【0005】本発明の目的は、前述の課題を解決し、液晶表示装置のバックライト用等の用途のレンズシート及びそのレンズシートを用いた面光源を提供する事であり、その際消費電力や発熱量を増大させることなく、所望の角度範囲内のみに均一且つ高輝度発光をし、面内での場所による輝度のバラツキもない面発光を得ることである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明は、

【請求項1】 透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、該導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、該導光体裏面の光反射層と、該導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートとからなる面光源であつ

て、該レンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \leq \text{長軸} / \text{短軸} \leq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事の特徴とする面光源。

【請求項2】 透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、該導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、該導光体裏面の光反射層と、該導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートとからなる面光源であつて、該レンズシートは双曲線柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該双曲線柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \leq \text{漸近線の傾斜} \leq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事の特徴とする面光源。

【請求項3】 該導光体が表面粗さが光源光の波長以下の平滑表面を有する透光性平板からなり、該レンチキュラーレンズシートがレンズ面の反対面に表面粗さが光源光の波長以上の微小凹凸を有しており、その微小凹凸面を導光体の平滑表面側に向けて積層されてなり、導光体とレンズシートとの間に光源光の波長以上の空隙を少なくとも部分的には有する事の特徴とする請求項1に記載の面光源。

【請求項4】 該導光体が表面粗さが光源光の波長以下の平滑表面を有する透光性平板からなり、該レンチキュラーレンズシート裏面と該導光体表面との間に光拡散層を挿入してなり、該光拡散層の表面及び裏面に表面粗さが光源光の波長以上の微小凹凸を有しており、その結果、光源光の波長以上の空隙を少なくとも部分的に形成された界面が、導光体表面と光拡散層との界面、及び光拡散層とレンズシート裏面との界面の2箇所に有する事の特徴とする請求項1記載の面光源。

【請求項5】 1個以上の線光源又は点光源と、該光源の下面及び側面を覆い光源の上面に窓が開口され、光源側内面が光反射面となっているランプハウスと、該窓部を被覆する凹又は凸のレンチキュラーレンズ、とからなる面光源であつて、該レンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \leq \text{長軸} / \text{短軸} \leq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事の特徴とする面光源。

【請求項6】 1個以上の線光源又は点光源と、該光源の下面及び側面を覆い光源の上面に窓が開口され、光源側内面が光反射面となっているランプハウスと、該窓部

を被覆する凹又は凸のレンチキュラーレンズ、とからなる面光源であって、該レンズシートは双曲線柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該双曲線柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \ 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \leq \text{漸近線の傾斜} \leq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事を特徴とする面光源。

【請求項7】 請求項1～請求項6の面光源の光放出面上に透過型表示素子を積層してなる事を特徴とする表示*10

$$X^2/a^2 + Y^2/b^2 = 1 \quad \text{式(1)}$$

但し、a短軸長は、bは長軸長で、 $a < b$ とした時、※ ※長軸/短軸 = b/a は、

$$1. \ 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \leq b/a \leq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \quad \text{-----式(2)}$$

とするのが好ましい。楕円をこのように設計する理由としては、レンチキュラーレンズの球面収差をなくし、集光時の損失を最小にするためである。即ち、図4(A)、図5(A)のように真円柱レンチキュラーレンズを用いた場合、レンズの集束作用を利用して放光を所定の拡散角 θ 内に集束させようとしても、実際に焦点Fに集束する光はレンズ中心付近の近軸光線LNのみであり、その他の光線LFは焦点をそれて散逸光となって★

$$n = 1/e \quad \text{式(3)}$$

の関係が成り立てば良い。また偏平率eは、該楕円の長☆ ☆軸の長さ2bと短軸の長さ2aを使って、

$$e^2 = (b^2 - a^2)/b^2 \quad \text{式(4)}$$

と書ける。よって、式(1)及び式(2)より、

$$\text{長軸/短軸} = 2b/2a = b/a = n / (n^2 - 1)^{1/2} \quad \text{式(5)}$$

例えば、アクリル樹脂で屈折率=1.5の物質を使用したとすると、式(5)より、

$$\text{長軸/短軸} = 1.34$$

の時球面収差はなくなる。但し実際には、導光板裏面の光拡散反射層2、導光板とレンズシートとの間の光拡散層8等による光拡散、屈折等により方向がそれる光線が一部生じる為、所定の拡散角 θ から逸脱する光エネルギーは零とはならないが、最小には出来る。

【0009】又式(5)から多少はずれても、その差が少ない間は式(5)の場合にほぼ近い特性を得ることが可能である。しかし、有る程度以上式(5)からはずれると輝度の角度分布ピークが、球面収差の為に光放出面の法線方向を中心とした平坦な山となり、且つ平坦な頂上の両端部にサイドロープ(側面のピーク)が出来てしまい。本発明の目的に適さなくなる。検討の結果、式(5)の $\pm 20\%$ 以内であればサイドロープを生ぜず、一応単なる光等方拡散性フィルムの場合に比べ、良好な光エネルギー利用率、シャープな拡散角、高い法線方向輝度を得ることができると判明した。但し、実用上より好ましくは、式(5)の $\pm 10\%$ 以内の偏平率にするとよい。

【0010】尚この単位レンズは、図3(A)、(C)の様な凸レンズでも、図3(B)、(D)の様な凹レン

*装置。

【0007】本発明のレンズシート4は、楕円柱レンチキュラーレンズ、又は双曲線柱レンチキュラーレンズである。先ず、楕円柱レンチキュラーレンズを例に説明する。即ち、図3(A)のように楕円柱状の凸単位レンズ42をその稜線方向を平行にして隣接して配列させてなる柱状レンズ群(所謂レンチキュラーレンズ)であり、レンズシート4の法線方向に楕円の長軸方向が向いている。そして楕円の偏平度としては、楕円の式を、

★し(所謂球面収差)。この際焦点をずれた光線LFは、所定の各 θ 内から散逸してしまい、光の損失及び不要なノイズ光となってしまう。

【0008】レンチキュラーレンズの球面収差を最小にする為の幾何光学的条件は、レンチキュラーレンズの稜線に直交する断面(主切断面)の楕円の偏平率eとレンズ材料の屈折率nとの間に、

$$\text{式(3)}$$

☆軸の長さ2bと短軸の長さ2aを使って、

$$\text{式(4)}$$

$$\text{式(5)}$$

ズでも良い。

【0011】該楕円柱単位レンズの光線の挙動は、第4図(B)、図5(B)に示した通りである。光軸に平行に入射する光線は、球面収差を生じることなく、焦点Fに収束し、而る後所定の拡散角 θ で発散する。該拡散角 θ は、球面収差が無視でき、導光板の平滑表面10とレンズシート4との間の全反射によって、導光板の法線から大きくはずれた光線は、導光板内にフィードバックされ、導光板裏面の光反射層の拡散反射とによって導光板の法線方向近傍の光線、即ち光軸にほぼ平行な光線が主にレンズに入射するとした場合、概略、 $\theta = 2 \tan^{-1}(p/2f)$ 式(6)

となる。ただし、pは単位レンズの繰返し周期、fは焦点距離である。図4と図5の比較からわかるように焦点にできる位置は凹レンズと凸レンズとで変わる。即ち、図4(B)のように凸レンズの場合結像は実像となり焦点はレンズ外部(向こう側)にできる。又図5(B)のように凹レンズの場合は、結像は虚像となり焦点はレンズ内部(手前側)にできる。但しいずれの場合に於いても、本発明の用途の場合、焦点距離はレンズ表面(即ち面光源表面)から観察者までの距離に比べて充分小さく取る為(通常10mm以下)、観察者に対する効果としては凹、凸両レンズとも大差はない。

【0012】尚、以上の説明では専ら楕円柱型レンチキュラーレンズについて述べたが、単位レンズ断面が式*

$$X^2/a^2 - Y^2/b^2 = 1$$

(但し、ここで、 b/a は漸近線の傾きで、 $a < b$ 。)で表現される双曲線柱型レンチキュラーレンズであっても同様な効果が期待できる。 a 、 b の最適範囲も楕円柱の場合と同様である。

【0013】これらレンズシートは1枚構成で用いることもできるが、柱状レンズを用いて X 、 Y 2方向(上下方向、左右方向等)の光拡散角を制御する為には図6のように2枚のレンズシートを、その長軸が直交するように積層しても良い。この場合レンズ面の向きは図6のように2枚とも同じ向きにするのが、光反射層2から飛来する光線のうち、比較的法線方向に近い成分の透過率の高さと、比較的法線方向から傾いた光線の導光板へのフィードバック率の高さとの均衡上最も良好であるが、勿論各レンズシートのレンズが対抗して向き合う(レンズ面は2枚のレンズシートの間に挟まれる)様に積層することもできる。又該レンズシートは図3(A)、(C)のように透光性基材を一体成形して得ても良いし、又図3(B)、(D)のように透光性平板(又はシート)44の上に単位レンズ42を形成したものでも良い。

【0014】該レンズシート4は透光性基材から形成される。此处で透光性基材としては、ポリメタアクリル酸メチル、ポリアクリル酸メチル等のアクリル酸エステル又はメタアクリル酸エステルの単独若しくは共重合体、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート等のポリエステル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリメチルペンテン等熱可塑性樹脂、或いは紫外線又は電子線で架橋した、多官能のウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレート等のアクリレート、不飽和ポリエステル等透明な樹脂、透明な硝子等、透明なセラミックス等が用いられる。

【0015】この透光性基材は、レンズシートとして用※

$$I^0(\theta) = I^0_{\parallel} \cos \theta, -90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ \quad \text{式(8)}$$

θ は法線 N とのなす角、 I^0_{\parallel} は法線方向の透過光強度又はそれに類似する分布となることを云う。なお、 $I^1(\theta)$ の定義については後述する。

【0018】該レンズシートの裏面(レンズ面の反対面)には、微小凹凸(微小突起群)を設けることが好ましい。此の理由は、請求項1~請求項4のような所謂エッジライト型面光源の場合と、請求項5~請求項6のような所謂直下型面光源の場合で異なる。エッジライト型の場合は後述するように、光放出面内の輝度分布を均一化する為であり、一方直下型の場合は所定の光拡散角内の輝度の角度分布の均一化が目的である(この場合は、単なる光拡散効果)。レンズシート裏面に形成する高さが光源光の波長以上、 $100\mu\text{m}$ 以下の微小凹凸41は、図14のように一体成形レンズシート4の裏面に熱プレスによるエンボス加工、サンドブラスト加工等で

* (6)、

式(6)

※いる場合には、通常総厚みが $20 \sim 1000\mu\text{m}$ 程度とする。

【0016】レンズ形状を形成する方法としては、例えば、公知の熱プレス法(特開昭56-157310号公報記載)、紫外線硬化性の熱可塑性樹脂フィルムにロールエンボス版によってエンボス加工したのちに、紫外線を照射してそのフィルムを硬化させる方法(特開昭61-156273号公報記載)、レンズ形状を刻設したロール凹版上に紫外線又は電子線硬化性樹脂液を塗布し凹部に充填後、樹脂液を介してロール凹版上に透明基材フィルムを被覆したまま紫外線又は電子線を照射し硬化させた樹脂と、それに接着した基材フィルムとをロール凹版から離型し、ロール凹版のレンズ形状を硬化樹脂層に賦型する方法(特開平3-223883号、米国特許第4576850号等)等を用いる。該方法の場合、成形したレンズシートを巻き取って加工する都合上、加工時の亀裂発生等を防止する為、紫外線又は電子線硬化性樹脂としては、比較的可撓性、柔軟性のあるものを選定する。

【0017】透光性基材に要求される透光性は、各用途の使用に支障のない程度に、拡散光を充分透過するように選定する必要があり、無色透明が一番望ましいが、用途によっては着色透明又は艶消半透明であってもよい。ここで、艶消透明とは、透過光を半立体角内のあらゆる方向にほぼ均一等方的に拡散透過させる性質をいい、光等方拡散性と同義語に用いられる。つまり、艶消透明とは、透光性基材の表面の法線方向とのなす角を θ とした場合に、平行光束を裏面から入射させたとき(入射角 $i = 0^\circ$)における透過光強度の角度分布 $I^0(\theta)$ が \cos 分布

直接形成することも出来るし、其の他図11のようにレンズシート4の平坦な裏面に突起を有する透光性材料層を形成することによっても出来る。具体的には、炭酸カルシウム、シリカ、アクリル樹脂等の透明な微粒子を透明バインダーに分散させた塗料を塗工して、塗膜の表面に微粒子の凹凸を現出させる方法、或いは前記の特開平3-223883号、米国特許第4576850号等に開示されるロール凹版上で紫外線又は電子線硬化性樹脂液を表面が艶消し微小凹凸となる様に成形する方法等を用いる。

【0019】該突起41は、図11のように導光板1の平滑表面10とレンズシート4との間に光源光の波長以上の間隙9(寸法 ΔX)を少なくとも部分的に形成させる事が目的である。後述するように間隙 ΔX が光源光の波長未満だと、導光板1の平滑平面10での光全反射が

充分に起きなくなり、又100 μ m超過だと突起の凹凸形状が目立ってきて不都合である。

【0020】此の目的が達せられれば該突起41はいかなる凹凸形状でも良いが、所望の拡散角内での均一な輝度の角度分布と光源面内での均一な輝度分布とを得る点から、最も良好な態様は、図3(C)、(D)の様にレンズシート4の裏面にランダムな凹凸形状(例えば砂目模様、梨地模様等)を全面に形成したものである。此の様にすると、図11に示すようにレンズシート4の裏面から入射した光L1、L2等は該突起群41が光拡散層としても作用して光を等方的に拡散する為、別途艶消透明シートを介在させることなく均一な角度分布がえられ、又網点状のパターンが目立つこともなく良好である。

【0021】勿論この他、図10の如く艶消し透明性と表面の波長以上、100 μ m以下の突起群41とを有する光等方拡散性シート8を、レンズシート4と導光板の平滑平面10との間に介在させる事も出来る。但し、この場合は光が拡散する界面が複数(平滑平面10光等方拡散性シート8、光等方拡散性シート8/レンズシート4の裏面)になるため、法線方向近傍に向かう有効な光エネルギーの透過率が最大になり、且つ法線方向から大きく離れた(斜め~光放出面の接線方向)光源として無駄になる光エネルギーの反射率も最大となり(この反射率は、図11でわかるように、別の場所の光反射層2に送られ、そこで再利用される。)光エネルギー利用効率が最大となり、同時に全光放出面内での輝度分布も最も均一となる。

【0022】又、図14の如く、微小凹凸41は、網点等の互いに隔たった点状パターンが平面内に分布列したものをを用いる事もできる。但し、この様にするとパターン41が目立つ為、艶消し剤をレンズシート4に分散させる等の工夫が必要となる。

【0023】本発明の面光源は図10、図11の断面図、及び図1、図2の斜視図で示される構成となっている。導光板1、その側端部の少なくとも1箇所に隣接して設置された線状又は点状光源3、導光板の裏面の光反射層2、導光板の光反射層とは反対面に設置されたレンズシート4、とを最低限の構成となすものである。通常これらに、光源光反射鏡5、全体を収納し、光放出面を窓とした収納筐体(図示せず)、電源(図示せず)等も付随する。

【0024】導光板1の光反射層の反対面10は平面であり、表面粗さ(JIS-B-0601の十点平均粗さRz等で計測される)は、光源光の波長以下に仕上げる。通常光源は可視光線であり、その波長は0.4~0.8 μ mであるから、表面粗さは0.4 μ m以下とす*

$$\text{(透過光量/全反射光量)} = \text{(波長}\lambda\text{以上の空隙のある部分の面積/導光板全表面積)} = R$$

で近似されることから、Rは80~90%以上必要とな

*る。この程度の粗さに仕上げる方法としては公知の手法、例えば鏡面板での熱プレス、鏡面性の形を用いた射出成形、注型(キャストイング)成形、光学レンズ等で行われている精密研磨等を用いれば良い。

【0025】導光板1の材料としては、前記のレンズシートの材料と同様の透光性材料の中から選択する。通常は、アクリル又はポリカーボネートの樹脂が用いられる。導光板の厚みは、通常1~10mm程度のものが用いられる。

【0026】光源3としては、蛍光灯等の線光源が全面均一の輝度を得る上で好ましいが、白熱電球等の点光源を用いる事も可能である。該光源3は図示した様に導光板の側端部の外に隔離して設ける以外に、導光板1の側端部を一部切り欠いて、一部又は全部を導光板の中に埋設する事も可能である。高輝度と輝度の面内での均一性向上の点から、光源3を導光板1のもう片方の側端部にも設置する事もできる。光源光反射鏡5としては公知のもの、例えば放物面柱、双曲線柱、楕円柱等の形状をした板の内面に金属蒸着をしたものが用いられる。

【0027】エッジライト型面光源の場合、導光板の平滑平面10上には、前記のレンズシート4を積層する。その際図10、図11のようにレンズシート4のレンズ面を外側(平面10の反対面)に、微小凹凸41が内側(平面10側)を向くようにして載せることにより、レンズシート4と導光板1の平滑面10との間に、光源光の波長 λ 以上の空隙9が少なくとも一部分はできるようにする。空隙部分9の面積比率R即ち、

$$R = \text{(波長}\lambda\text{以上の空隙のある部分の面積/導光板全表面積)} \times 100\%$$

は、要求される面内での輝度の均一性、光エネルギーの利用効率、導光板の寸法等により決定されるが、通常は、比率Rは80%以上、より好ましくは90%以上必要である。

【0028】この理由としては、実験の結果、図9の様な、ともに表面粗さが光の波長以下の平滑な導光板表面10とレンズシートの表面41とを密着させた場合、線光源3からの入力光のうち大部分が、光源側の側端部から距離yの所で全反射することなく放出され、yより遠い所では急激に輝度が低下して暗くなることが判明した。そして、発光部の長さyと導光板の光伝播方向の全長Yに対する比率、 $(y/Y) \times 100 = 10 \sim 20\%$ である事が判明した。よって、光源から導光板平面10に入射する光エネルギー量を全長さYに均等に分配する為には、平面10への入射光のうち10~20%だけは透過させ、残り90~80%を全反射させる必要がある。概ね、

る事が判明した。

【0029】レンズシート4と導光板1との間に光源光の波長以上の空隙を形成する方法としては、レンズシート4を、そのレンズ面42と突起群41の向きを図10、図11とは反転させて置くことも出来る(図示せず)。但しこの場合は、一旦レンズ面42で所望の角度内に集束された光が、再び東邦的に発散してしまう為、光の拡散角を最適値である法線を中心とした30度~60度内に制御することが難しい。

【0030】光反射層2は、光を拡散反射させる性能を持つ層であって、以下のように構成することができる。

- ① 導光板層の片面に、高隠蔽性かつ白色度の高い顔料、例えば、二酸化チタン、アルミニウム等の粉末を分散させた白色層を塗装などによって形成する。
- ② サンドブライト加工、エンボス加工等によって鋭消微細凹凸を形成した導光板の凹凸模様面に、更に、アルミニウム、クロム、銀等のような金属をメッキ又は蒸着等して、金属薄膜層を形成する。
- ③ 隠蔽性が低く単にマット面を塗布で形成した白色層に、金属薄膜層を形成する。
- ④ 網点状の白色層に形成し、光源から遠ざかるに従って面積率を増やして、光源の光量が減衰するのを補正するようにしてもよい。

【0031】尚本発明の面光源100を透過型LCD等の透過型表示装置のバックライト(背面光源)として使用する場合の構成は図1、図2の通りである。即ち本発明の面光源100のレンズシートのレンズ面(単位レンズ42のある側)の上に透過型表示装置6を積層すれば、本発明の表示装置を得る。

【0032】面光源の光の分布状態を評価するには、拡散角が有効である。拡散角としては例えば半値角 θ_2 が用いられる。これは、透過光輝度(又は強度)が光放出面の法線からの角度 θ の減少関数 $I(\theta)$ とした時に、 $I(\theta_2) = I(\theta) / 2$ となる角 θ_2 として定義される。

【0033】

【作用】請求項1、及び請求項5の楕円柱レンチキュラーレンズは、前記の通り幾何光学的に球面収差を生じない。即ち真円柱単位レンズは図4(A)、図5(A)のように球面収差が存在し、光軸から離れた入射光線L2は焦点には集光せず、その結果、一部の光が所定の拡散角 θ の範囲から逸脱して無駄になってしまう。一方本発明で用いる図4(B)、図5(B)の楕円柱単位レンズは前述のように球面収差を生じない乃至はそれが無視出来る範囲内の形状に設計されている。その為、光軸に平行な入射光はレンズ1と4で屈折後、1つの焦点に収束し、その後その儘発散して行くため、放出光は所望の拡散角 θ (式(6))にほぼ近い角度で集光され、有効利用される。凹レンズの場合は、前記の通り凸レンズに比べて、焦点の位置がレンズの全方角後方かの差である。従ってレンズシート4の焦点距離よりも充分遠方の

観察者にとっては、凸レンズと実質同様の作用をなす。

【0034】又双曲線レンチキュラーレンズの場合も、前記楕円柱レンチキュラーレンズの場合と同様である。

【0035】次に、エッジライト型面光源に於ける、空隙9について説明する。エッジライト方式面光源の作用機構は図7のように、光源3から導光板1に入射し導光板の平滑平面10に直接入射する光線のうち、光源近傍に入射するL1は入射角(面10の法線とのなす角)が小さく臨界角未満になる為、入射光量の何割かが透過光L1Tとなって放出する。これによって、光源近傍の放出光が形成される。一方、光源3から比較的離れた所に直接入射する光線L2は入射角が大きく、臨界角以上となる為、外部には放出されず全反射光L2Rとなって更に遠方へ送られ、導光板裏面の光拡散反射層2で拡散(乱)反射光L2Sとなって四方八方に進む、これらの何割かは臨界角未満で面10へ入射し、その更に何割かが放出光となる。これによって光源から離れた所での放出光が形成される。

【0036】此处で、導光板1の平滑平面10の上に、非レンズ面が平滑平面となったレンズシート4の平滑面が面10に接する向きで積層した状態が第8図、第9図である。通常使用される透光性材料の屈折率は、いずれも大体1.5前後であり、相互の差は大きくない。よって、程度の差はあれ、図9のようにレンズシート4と導光板1とは光学的に殆ど一体の物となる。そうすると、レンズシート4の単位レンズ42の表面は平滑平面10に対して傾斜を持つので、光源近傍で導光板に入射する光線の大部分、例えばL1、L2、L3は臨界角未満で入射する為、何割かがその儘放出され、反射した光も大部分が光源方向に戻され、遠方に伝播されない。もちろん、光源から直接遠方のレンズ面に入射し、そこから放出光となる光線、例えば図9のL4も存在するが、その量は図7の場合より少ない。故に前述の様に、面光源からの放出光は、光源側近傍導光板の全面積の10~20%の所に大部分集中してしまう事になる。

【0037】一方本発明では、図10、図11のように、レンズシート4の非レンズ面側に突起群41を形成し、それにより導光板の平滑平面10とレンズシート4との間に、少なくとも部分的に、空隙9を形成する。此の空隙部9では、通常1.5程度の導光板1と屈折率1.0程度の空気層(乃至は真空層)とが平面10を界面として隣接する為、図7の場合と同様の光全反射が起こる。そのため光源近傍の領域では平面10に臨界角未満で入射し透過していく光線L1Tによって放出光がえられ、又光源から離れた領域では該空隙部9の界面で全反射した後、裏面の光拡散反射層2で拡散反射した光線のうち臨界角未満の成分L2Tによって放出光が得られる。

【0038】勿論、L2Tの中でも、一部、微小凹凸41と平滑平面10とが接触している領域に入射した光

は、全反射せず、そのまま透過し放出光となる。空隙部の面積比Rが80~90%以上の場合、全面保母均一な輝度分布となることは、前述の通りである。

【0039】又ここで、微小凹凸41の高さ（即ち空隙部の間隔）を、光源光の一波長以上にしたことにより、面10での全反射が確実なものとなる。その理由としては、図12のように、導光板内部から導光板の平滑平面10入射した光線L1が全反射して反射光L1Rになる場合、厳密に言う光の電磁場は全く空気（又は真空）9の中に存在しない訳ではなく、一部トンネル効果により界面10を透過した電磁場L1Vが存在している。但し、此の電磁場L1Vは指数関数的に減衰し、光の波長程度のオーダーで振幅は0となる。よって、空隙9が光の波長に比べて充分大きな距離続けば、光線L1は事実上全く、空隙部9の中には入らない。

【0040】ところが、図13のように導光板1とほぼ同屈折率のレンズシート4が、導光板の面10に対して、光の波長未満の距離ΔX迄近づくと（ΔX<λ）、完全に減衰せずにレンズシート4に入った電磁場L1Vは再び進行波L1Tとなる、即ち透過光L1Tが生じてしまう。

【0041】本発明に於いては、レンズシート4の裏面に微小凹凸4が形成してある為、図14のように導光板1とレンズシート4の間には空隙部9を有する領域と空隙部が無く光学的に両者が一体化している（或いは空隙が有っても光の波長未満）領域とができる。これらのうち、空隙部では入射光の全反射が起こり、空隙のない部分では入射光は透過する。空隙部面積の導光板全面積に対する比で、面10で全反射する光量の比が決まることは前述の通りである。

【0042】

【発明の効果】請求項1、請求項2、請求項5、請求項6の面光源は球面収差がない為、導光板から放出された光は殆ど所定の拡散角内に集光され、本来無駄になる面光源の斜め〜接線方向に散逸する光エネルギーも観察に有効な照明光として利用できる。その為、エネルギーの利用効率も良く、高輝度であり、且つ面光源側面にノイズ光を放出することもない。請求項3、請求項4の面光源は、レンズシート4の裏面（レンズ面の反対面）の微小凹凸の為、エッジライト型面光源の導光板とレンズシートとの間に確実に、光源光の波長以上の空隙を形成出来る。その為レンズシートを置いて、導光板表面での光全反射による導光板内全体への光源光の均一な分配を妨げることがなく光放出面内の輝度分布は均一である。

【0043】又請求項7の表示装置は、請求項1~請求項6の面光源を使用している為、電力等エネルギー利用効率が高く、高輝度で、適度な視野角を持ち、且つ前面均一な輝度の表示を得る事ができる。

【0044】

【実施例1】

（レンズの成形工程）図15の様な装置を用い、以下の工程により製造した。

①厚さ100μmの無色透明な2軸延伸ポリエチレンテレフタレート基材フィルムの巻取りロール11を用意した。

②金属円筒表面に楕円柱レンチキュラーレンズ形状の逆型（同一形状で凹凸が逆）15を刻設したロール状凹版14を用意し、これを中心軸の回りに回転させつつ、Tダイ型ノズル21から紫外線硬化型樹脂液16を版面に供給し、レンズの逆型の凹凸表面を充填被覆した。

③次いで前記基材フィルム12を巻取りロール11からロール状凹版14の回転周速度と同期する速度で巻出して、押圧ロール13で基材フィルムを該ロール凹版上に、該樹脂液を間に介して積層密着させ、その儘の状態の水銀燈23、23からの紫外線を基材フィルム側から照射し、該逆型内で樹脂液を架橋硬化させると同時に基材フィルムと接着した。

④次いで剥離ロール18を用いて走行する基材フィルムを、それに接着したレンズ形状19の成形された硬化樹脂と共に剥離し、

⑤斯くして、楕円柱レンチキュラーレンズシート20を得た。ちなみに；

レンズ形状；図3（A）の通り、

・単位レンズ形状；凸楕円柱（長軸をレンズシートの法線方向に向ける。）

・長軸長2b=204μm

・短軸長2a=150μm

・長軸長/短軸長=2b/2a=1.36

・レンズ単位の繰り返し周期p=130μm

30 紫外線硬化性樹脂液；

・多官能ポリエステルアクリレートオリゴマー

・光反応開始剤

を主成分とする。

【0045】（微小凹凸を有する艶消し層の成形工程）

①金属円筒表面にサンドブラストして得た微小凹凸（突起群）の逆型を刻設したロール状凹版を用意した。

②次いで、厚さ50μmの無色透明な2軸延伸ポリエチレンテレフタレート基材フィルムを巻取りロールから巻戻し、レンズ成形工程と同様の装置、樹脂液、を用いて、該レンズシートの裏面に紫外線硬化型樹脂硬化物よりなる艶消し透明の微小凹凸を成形した。

③斯くして、本発明に仕様する光拡散層を得た。ちなみに、

微小凹凸

・ヘイズ値=88.8

・表面光沢度（JIS-Z-8741）=11.1

・表面粗さ（JIS-B-0601の十点平均粗さ）Rz=38.4μm

・表面粗さ（JIS-B-0601の中心線平均粗さ）

50 Ra=7.3μm

【0046】

【実施例2】実施例1で製造した楕円柱レンズシートを、実施例1で製造した光拡散層を介して、導光板を重ね、図1の100の構成のエッジライト型面光源を得た。

導光板；

- ・材料；ポリメチルメタアクリレート重合体樹脂
- ・形状；直方体。厚み4mm
- ・表面；十点平均粗さが全面に於いて $R_z = 0.1 \mu\text{m}$ 未満の平滑性に仕上げた。
- ・裏面；導光板の裏面に艶消し透明インキを円形の網点状に印刷し、その裏面にアルミニウムをポリエチレンテレフタレートフィルムに真空蒸着した鏡面反射性フィルムをおいた。網点はシリカの微粉末をアクリル系樹脂のバインダーに分散させたものを用いシルクスクリーン印刷で形成した。網点の配列は、繰り返し周期5mmで縦・横方向に配列させた。網点の直径は光源に近い所では0.1mmとし、光源からの距離に比例して大きくし、光源と反対側の端部で2mmとした。

光源

線光源として、白色蛍光灯を導光板の一端に配置した。導光板と反対側には金属性の反射鏡を置いた。

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は図16の通り。
- ・半値角=36度
- ・法線方向輝度（導光板中央部）= 2028 cd/m^2
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 15\%$ 以内。目視でも略均一
- ・サイドロープ発生無し。

【0037】

【比較例1】実施例2に於いて、レンズシート凸楕円柱レンチキュラーレンズに代えて、下記の三角柱プリズム型レンチキュラーレンズを仕様した。

- ・断面形状；直角二等片三角形。90度の頂角を面光源の法線方向に向ける。
- ・単位レンズの繰り返し周期（一辺の長さ）= $100 \mu\text{m}$

・材料、層構成、製法は実施例1の凸楕円柱レンチキュラーレンズと同様。

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は図17の通り。
- ・半値角=34度
- ・法線方向輝度（導光板中央部）= 2074 cd/m^2
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 15\%$ 以内。目視でもほぼ均

・サイドロープ発生有り。（法線から ± 75 度方向にピーク）

サイドロープピーク輝度/法線方向輝度=26%

【比較例2】実施例2に於いて、レンズシートの代わりに実施例1で作った光拡散層を用いた。即ち、光拡散層

を2層重ねて置いた。その他は実施例2と同じとした。以上の構成の面光源の性能は以下の通り、

- ・輝度の角度分布は図19の通り。
- ・半値角=38度（但し、半値角の外でも急には減衰せず或る程度の放出光が分布する。）
- ・法線方向輝度（導光板中央部）= 1491 cd/m^2
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 15\%$ 以内。目視でも略均一
- ・サイドロープ発生無し。

10 【比較例3】実施例2に於いて、以下の形状の凸楕円柱レンチキュラーレンズを使用した。

- ・単位レンズ形状；凸楕円柱（短軸をレンズシートの法線方向に向ける。）
- ・長軸長 $2b = 150 \mu\text{m}$
- ・短軸長 $2a = 204 \mu\text{m}$
- ・長軸長/短軸長 = $2b/2a = 0.74$
- ・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 177 \mu\text{m}$

その他は実施例2と同じとした。以上の構成の面光源の性能は以下の通り、

- 20 ・輝度の角度分布は図18の通り。
 - ・半値角=42度
 - ・法線方向輝度（導光板中央部）= 1738 cd/m^2
 - ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でもほぼ均一
 - ・サイドロープ発生有り。（法線方向より、 ± 75 度離れた方向に輝度のピークあり）
- サイドロープピーク輝度/法線方向輝度=37%

【比較例4】実施例2に於いて、レンズシートの裏面に艶消し層を介在させない物を使用した。レンズシート裏面は、基材フィルム表面自体であり、表面の十点平均粗さ R_z は $0.1 \mu\text{m}$ 未満の平滑面とした。その他は実施例2と同じとした。以上の構成の面光源の性能は、光放出面の法線方向輝度が光源側端部近傍は高輝度であるが、光源からの距離とともに急激に低下し、光源から2cmの所では目視で暗く感じる程に輝度が低下してしまった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエッジライト型面光源、及びそれを用いた透過型表示装置の実施例の斜視図。

40 【図2】本発明の直下型面光源、及びそれを用いた透過型表示装置の実施例の斜視図。

【図3】本発明のレンズシートの実施例の斜視図。楕円柱型レンチキュラーレンズの場合。（A）、（C）は凸レンズ、（B）、（D）は凹レンズの場合。

【図4】レンズシートの光線の挙動、特に球面収差を単位レンズで説明した図。（A）は凸真円柱レンズの場合、（B）は本発明の凸楕円柱レンズの場合。

【図5】レンズシートの光線の挙動、特に球面収差を単位レンズで説明した図。（A）は凹真円柱レンズの場合、（B）は本発明の凹楕円柱レンズの場合。

【図6】本発明のレンズシートの別の実施例の斜視図。楕円柱型レンチキュラーレンズ2枚を、両者の軸が直行する様に積層した場合。

【図7】従来技術のエッジライト型面光源の断面図。導光板上にレンズシートなしの場合。

【図8】従来技術のエッジライト型面光源の斜視図。導光板上にレンズシートを、間に空隙を置かず、密着させた場合。

【図9】【図8】の拡大断面図。レンズシートと導光板との界面が光学的に消滅一体化している事を示す。

【図10】本発明のエッジライト型面光源の実施例の断面図。導光板とレンズシートとの界面に、両面が微小凹凸を有する光拡散層を挿入し、2か所（2層）の空隙を形成した例。

【図11】本発明のエッジライト型面光源の別の実施例の断面図。レンズシートの裏面に直接微小凹凸を形成して、空隙を1層のみ有する例。

【図12】導光板表面の平滑平面で全反射する光線の挙動を示す断面図。一部空気中に電磁場がトンネル効果で滲み出ている。

【図13】導光板からトンネル効果で滲み出した光線がレンズシート内で再び進行波となることを示す断面図。

【図14】本発明のレンズシートに於いて、導光板から外部へ向かって進行する光線が一部全反射され、一部透過することを示す断面図。

【図15】本発明の製造方法の一例を示す断面図。【実施例1】に対応する。

【図16】本発明【実施例2】のエッジライト型面光源の特性。長軸が法線方向に向いた凸楕円柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図17】【比較例2】のエッジライト型面光源の特性。三角柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図18】【比較例3】のエッジライト型面光源の特性。短軸が法線方向に向いた凸楕円柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

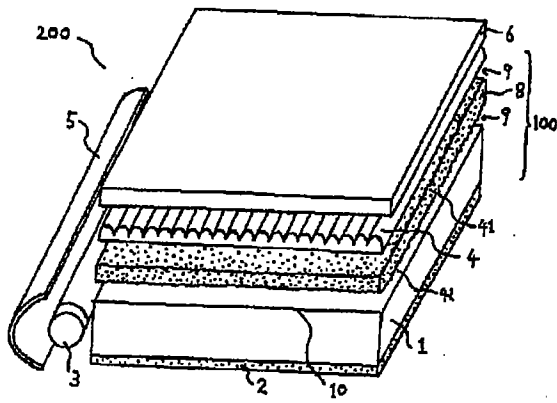
【図19】【比較例3】のエッジライト型面光源の特性。導光板の上に光拡散層（フィルム）を2層積層した場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【符号の説明】

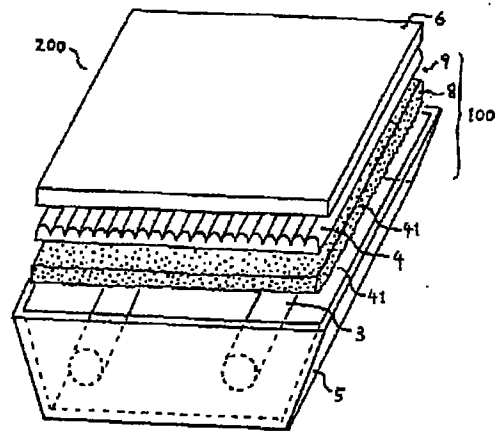
- 1 導光板
- 2 光反射層

- 3 光源（ユニット）
- 4 レンズシート
- 5 反射鏡
- 6 液晶表示装置等の透過型表示装置
- 7 レンズシート裏面の平滑平面
- 8 光等方拡散性シート（光拡散層）
- 9 空隙
- 10 導光板表面の平滑平面。
- 11 巻取りロール
- 12 基材フィルム
- 13 押圧ロール
- 14 ロール状凹版
- 15 レンズ形状の逆型
- 16 紫外線硬化型樹脂液
- 17 レンズ逆型内の未硬化樹脂液
- 18 剥離ロール
- 19 レンズ形状（レンズ単位）
- 20 レンズシート
- 21 Tダイ型ノズル
- 22 液溜まり
- 23 水銀燈
- 41 レンズシートの突起（群）
- 42 レンズ単位
- 43 突起群を有する透明層
- 44 透明基材層
- 100 面光源
- 200 表示装置
- F 焦点
- L1 光源から近傍のレンズ面に直接入射し、透過して行く光線。
- L2 光源から近傍のレンズ面に直接入射し、透過して行く光線。
- L3 光源から近傍のレンズ面に直接入射し、透過して行く光線。
- L4 光源から遠方のレンズ面に直接入射し、透過して行く光線。
- LN 近軸光線。
- LF 近軸から離れた光線。
- L1R 導光板の平滑平面10での反射光。
- L2R 導光板の平滑平面10での反射光。
- L1T 導光板の平滑平面10での透過光。
- L2T 導光板の平滑平面10での透過光。
- L1S 導光板裏面の光反射層2での拡散反射光。
- L2S 導光板裏面の光反射層2での拡散反射光。

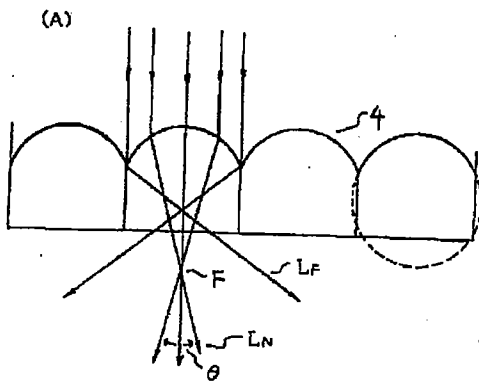
【図1】



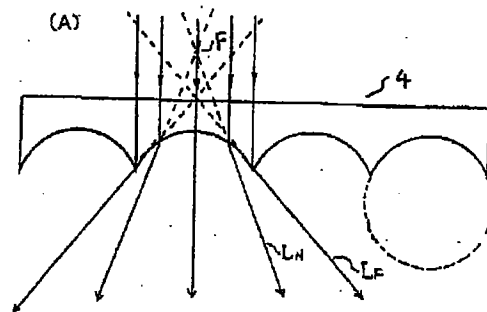
【図2】



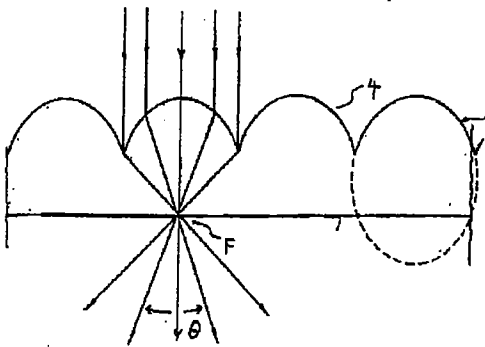
【図4】



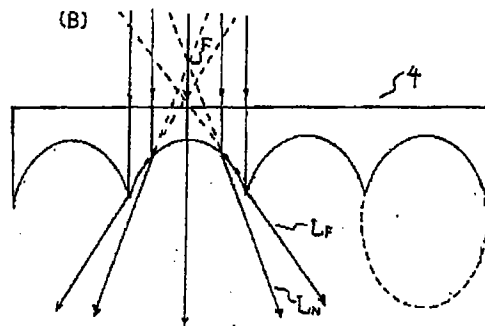
【図5】



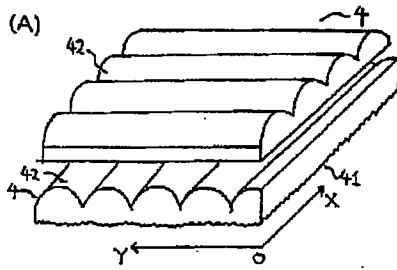
(B)



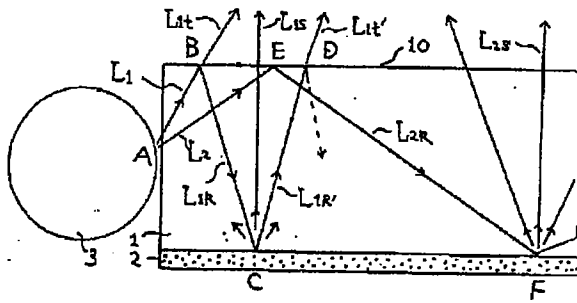
(B)



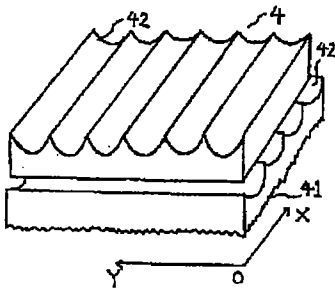
【図6】



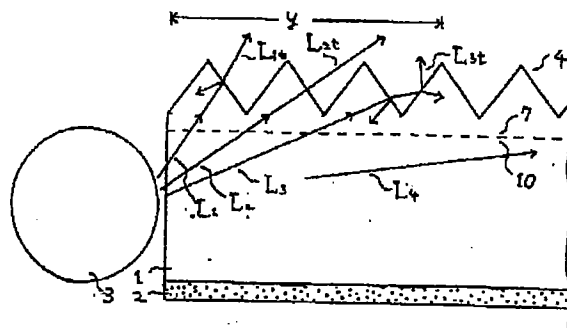
【図7】



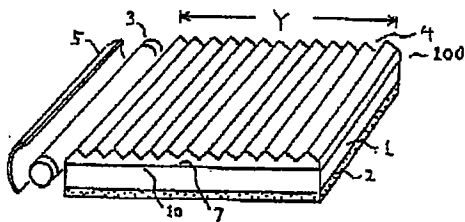
(B)



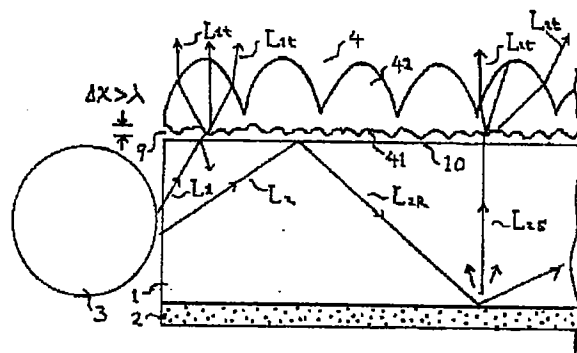
【図9】



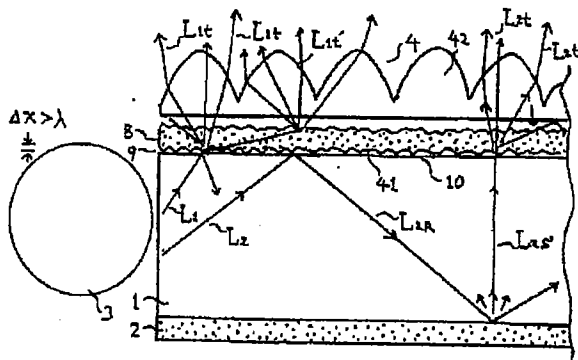
【図8】



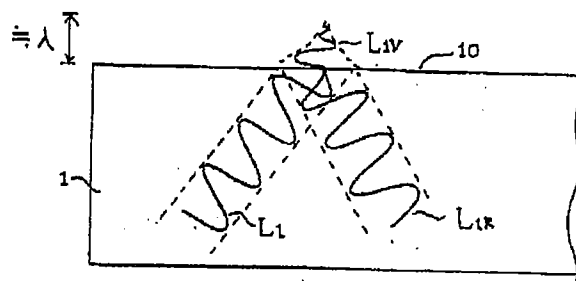
【図11】



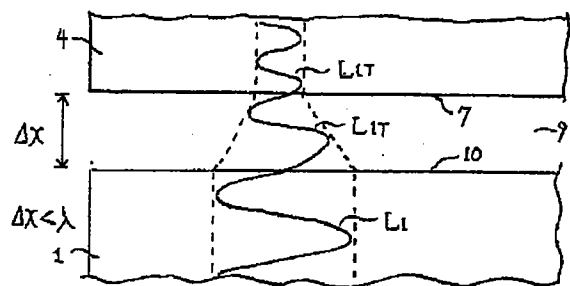
【図10】



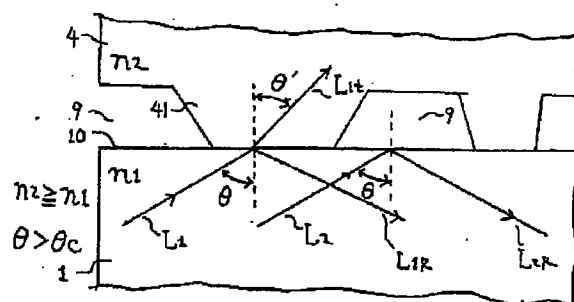
【図12】



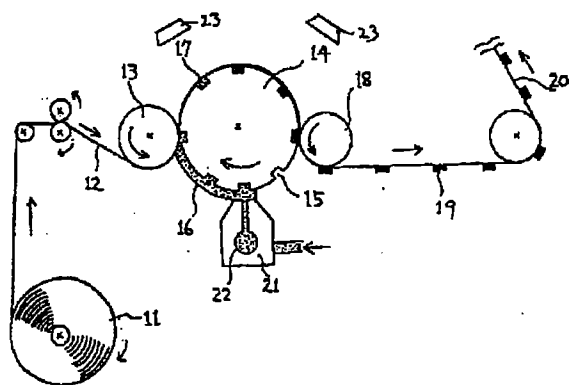
【図13】



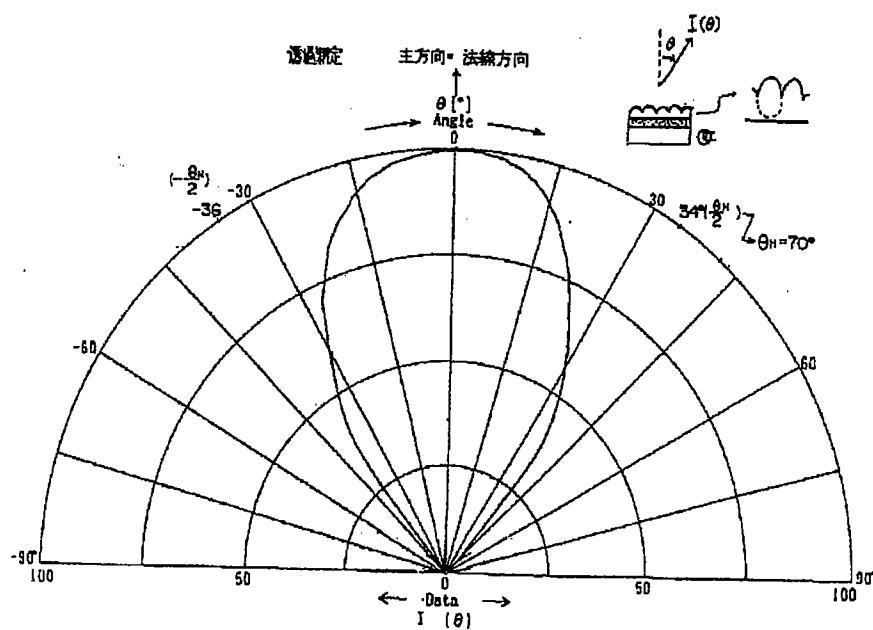
【図14】



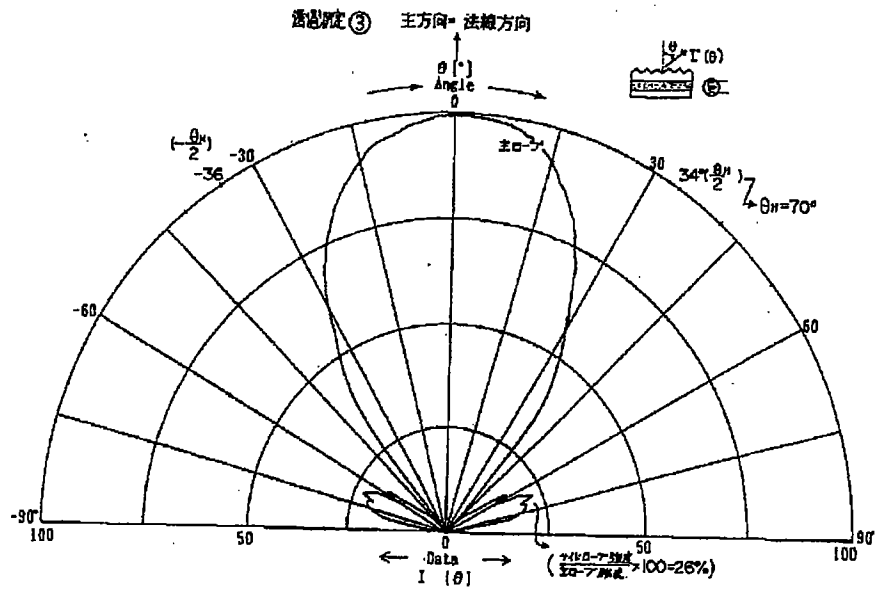
【図15】



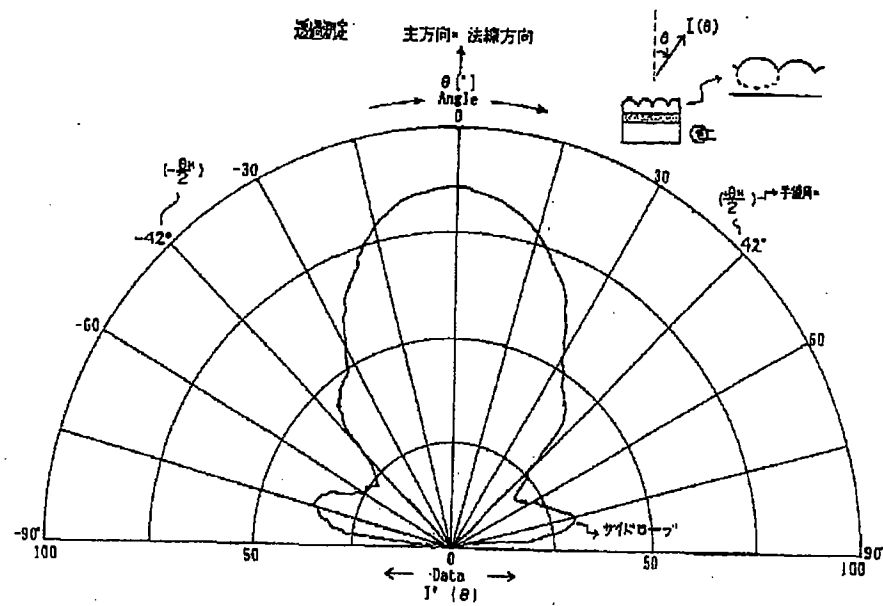
【図16】



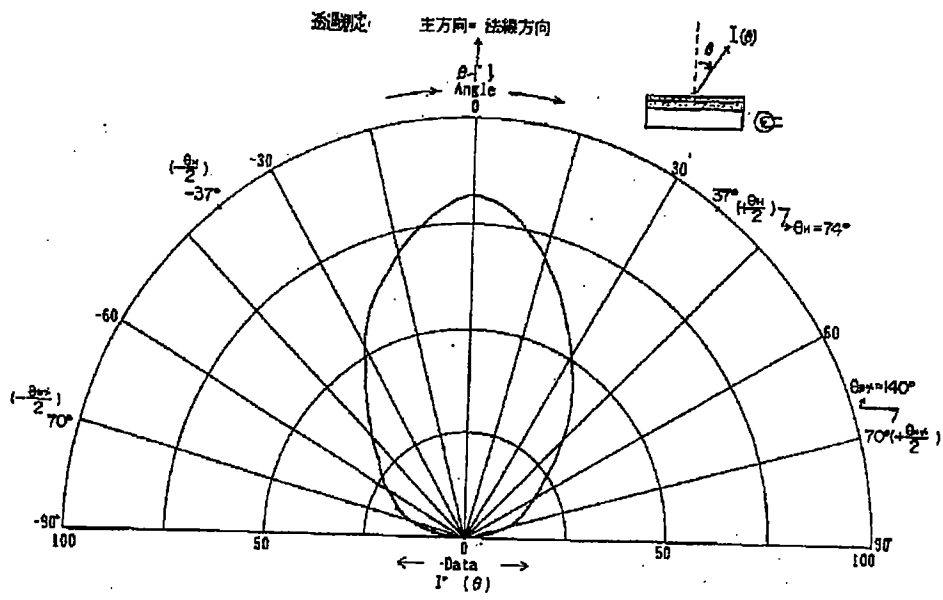
【図17】



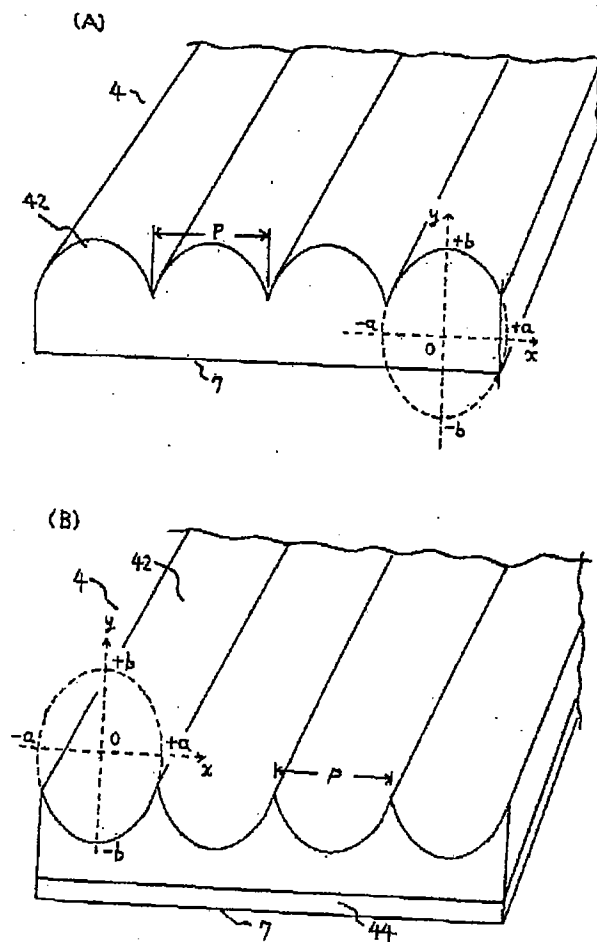
【図18】



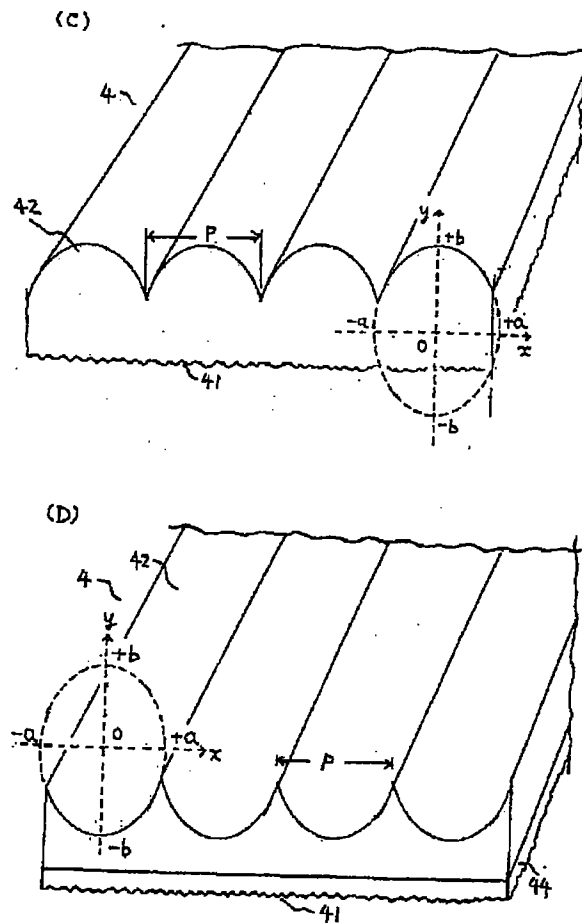
【図19】



【図3】



【図3】



【手続補正書】

【提出日】平成5年8月26日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】面光源、それを用いた表示装置、及びそれらに用いるレンズシート

【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、該導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、該導光体裏面の光反射層と、該導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートとからなる面光源であって、

該レンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に隣接して配列してな

り、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \ 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \geq \text{長軸} / \text{短軸} \geq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事の特徴とする面光源。

【請求項2】 透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、該導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、該導光体裏面の光反射層と、該導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートとからなる面光源であって、

該レンズシートは双曲線柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に隣接して配列してなり、該双曲線柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \ 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \geq \text{漸近線の傾斜} \geq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事の特徴とする面光源。

【請求項3】 該導光体が表面粗さが光源光の波長以下の平滑表面を有する透光性平板からなり、該レンチキュラーレンズシートがレンズ面の反対面に表面粗さが光源光の波長以上の微小凹凸を有しており、その微小凹凸面を導光体の平滑表面側に向けて積層されてなり、導光体とレンズシートとの間に光源光の波長以上の空隙を少なくとも部分的には有する事を特徴とする請求項1に記載の面光源。

【請求項4】 該導光体が表面粗さが光源光の波長以下の平滑表面を有する透光性平板からなり、該レンチキュラーレンズシート裏面と該導光体表面との間に光拡散層を挿入してなり、該光拡散層の表面及び裏面に表面粗さが光源光の波長以上の微小凹凸を有しており、その結果、光源光の波長以上の空隙を少なくとも部分的に形成された界面が、導光体表面と光拡散層との界面、及び光拡散層とレンズシート裏面との界面の2箇所有する事を特徴とする請求項1記載の面光源。

【請求項5】 1個以上の線光源又は点光源と、該光源の下面及び側面を覆い光源の上面に窓が開きされ、光源側内面が光反射面となっているランプハウスと、該窓部を被覆する凹又は凸のレンチキュラーレンズ、とからなる面光源であって、

該レンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に隣接して配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \frac{1 \times n}{(n^2 - 1)^{1/2}} \geq \text{長軸} / \text{短軸} \geq 0.9 \times \frac{n}{(n^2 - 1)^{1/2}}$$

である事を特徴とする面光源。

【請求項6】 1個以上の線光源又は点光源と、該光源の下面及び側面を覆い光源の上面に窓が開きされ、光源側内面が光反射面となっているランプハウスと、該窓部を被覆する凹又は凸のレンチキュラーレンズ、とからなる面光源であって、

該レンズシートは双曲線柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に隣接して配列してなり、該双曲線柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \frac{1 \times n}{(n^2 - 1)^{1/2}} \geq \text{漸近線の傾斜} \geq 0.9 \times \frac{n}{(n^2 - 1)^{1/2}}$$

である事を特徴とする面光源。

【請求項7】 請求項1～請求項6の面光源の光放出面上に透過型表示素子を積層してなる事を特徴とする表示装置。

【請求項8】 楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるよう多数隣接して平面内に配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \frac{1 \times n}{(n^2 - 1)^{1/2}} \geq \text{長軸} / \text{短軸} \geq 0.9 \times \frac{n}{(n^2 - 1)^{1/2}}$$

である凸又は凹レンズからなるレンチキュラーレンズのレンズ面の反対側の面に、表面粗さが光源光の波長以上100μm以下の微小凹凸を形成してなる事を特徴とする請求項1、3、4、5、又は7に用いるレンズシート。

【請求項9】 双曲線柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数隣接して平面内に配列してなり、該双曲線柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \frac{1 \times n}{(n^2 - 1)^{1/2}} \geq \text{漸近線の傾斜} \geq 0.9 \times \frac{n}{(n^2 - 1)^{1/2}}$$

である凸又は凹レンズからなるレンチキュラーレンズのレンズ面の反対側の面に、表面粗さが光源光の波長以上100μm以下の微小凹凸を形成してなる事を特徴とする請求項2、6、又は7に用いるレンズシート。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は面光源に関するものであり、液晶表示装置等の透過型表示装置のバックライト、照明広告、交通標識等に有用なものである。本発明は又該面光源を背面光源として用いた液晶表示装置等の透過型表示装置も開示する。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置(LCD)のバックライト用の面光源として、

①図7のような透光性平板を導光体としたエッジライト方式のものが知られている。このような面光源では、透明な平行平板からなる導光体の側端面の双方又は一方から光を入射させ、透光性平板内部の全反射を利用し光を導光板の全域に遍く伝播させ、その伝播した光の一部を導光体裏面の光散乱反射板で臨界角未満の拡散反射光となし、導光板表面から拡散光を放出する。(実開昭55-162201)。

②図6のような一方の面に三角プリズム型レンチキュラーレンズの突起を有し、もう一方の面を平滑面としたレンズシートを、①の面光源の導光板表面上に突起面を上にして重ね、レンズの光集束作用を利用して、その拡散放射光を所望の角度範囲内に均一等方的に拡散させることができる(実開平4-107201)。このレンズシートは艶消透明拡散板(艶消透明シート)と組合せて使用する場合には、単に艶消透明拡散板のみを用いたもの(米国特許第4729067号)よりも、光源の光エネルギーを所望の限られた角度範囲内に重点的に分配し、かつ、その角度範囲内では均一等方性の高い拡散光を得ることはできた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、前述した従来の技術①では、導光体裏面に光散乱板を設けただけの①では、放出光は導光体表面の法線方向に対して60度の角度をピークに比較的鋭い分布をすることになり、最も

光を必要とする法線方向の輝度が不足し、受容の少ない斜め横方向に光エネルギーが散逸してしまう。また、従来の技術②では導光体の光放出面上の三角プリズム型レンチキュラーレンズシートが放出光を屈折集束させることにより、光放出面の法線方向をピークとして $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の角度内に放出される光エネルギー比率が高くなるが、一方で図17の様に法線方向から離れた方向(斜め方向)にも放出光のピーク(サイドローブ)が発生するという欠点があった。此の為、依然として観察者に寄与しない損失光が残存する。又このサイドローブは周囲に不要なノイズ光を輻射することにもなり不都合であった。更に、放出面内での輝度分布についても予想に反して、導光板側端部から2~4cm迄は高輝度であるが、それ以上遠ざかると輝度が漸次低下し、光源と反対側の端部では目立って暗くなると云う問題も生じることがわかった。

【0004】これらの欠点を改良すべく、

③特開平1-245220号のように、導光体裏面の光散乱層を網点等のパターン状とし、且つそのパターンの面積を光源に近づく程小さく、光源から遠ざかる程大きくさせて導光板面内の輝度分布を補正、均一化させる試み。

④特開平3-9306号のように導光板の側端部の2箇所以上に光源を配置して導光板面内の輝度分布を補正、均一化させる試み。

がなされたが、いずれも完全に輝度を均一化することは難しく、又③では光放出面側から、光散乱層を網点が目立ってしまう欠点があり、又④では光源のスペース、消費電力とも2倍以上となる欠点があった。

【0005】本発明の目的は、前述の課題を解決し、液晶表示装置のバックライト用等の用途のレンズシート及びそのレンズシートを用いた面光源を提供する事であり、その際消費電力や発熱量を増大させることなく、所望の角度範囲内のみに均一且つ高輝度発光をし、面内での場所による輝度のバラツキもない面発光を得ることである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明は、

【請求項1】 透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、該導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、該導光体裏面の光反射層と、該導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートとからなる面光源であって、該レンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に隣接して配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \geq \text{長軸} / \text{短軸} \geq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事を特徴とする面光源。

【請求項2】 透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、該導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、該導光体裏面の光反射層と、該導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートとからなる面光源であって、該レンズシートは双曲線柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に隣接して配列してなり、該双曲線柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \geq \text{漸近線の傾斜} \geq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事を特徴とする面光源。

【請求項3】 該導光体が表面粗さが光源光の波長以下の平滑表面を有する透光性平板からなり、該レンチキュラーレンズシートがレンズ面の反対面に表面粗さが光源光の波長以上の微小凹凸を有しており、その微小凹凸面を導光体の平滑表面側に向けて積層されてなり、導光体とレンズシートとの間に光源光の波長以上の空隙を少なくとも部分的には有する事を特徴とする請求項1に記載の面光源。

【請求項4】 該導光体が表面粗さが光源光の波長以下の平滑表面を有する透光性平板からなり、該レンチキュラーレンズシート裏面と該導光体表面との間に光拡散層を挿入してなり、該光拡散層の表面及び裏面に表面粗さが光源光の波長以上の微小凹凸を有しており、その結果、光源光の波長以上の空隙を少なくとも部分的に形成された界面が、導光体表面と光拡散層との界面、及び光拡散層とレンズシート裏面との界面の2箇所を有する事を特徴とする請求項1記載の面光源。

【請求項5】 1個以上の線光源又は点光源と、該光源の下面及び側面を覆い光源の上面に窓が開口され、光源側内面が光反射面となっているランプハウスと、該窓部を被覆する凹又は凸のレンチキュラーレンズ、とからなる面光源であって、該レンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に隣接して配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \geq \text{長軸} / \text{短軸} \geq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事を特徴とする面光源。

【請求項6】 1個以上の線光源又は点光源と、該光源の下面及び側面を覆い光源の上面に窓が開口され、光源側内面が光反射面となっているランプハウスと、該窓部を被覆する凹又は凸のレンチキュラーレンズ、とからなる面光源であって、該レンズシートは双曲線柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に隣接して配列してなり、該双曲線柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \geq \text{漸近線の傾斜} \geq 0.$$

$$9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である事の特徴とする面光源。

【請求項7】 請求項1～請求項6の面光源の光放出面に透過型表示素子を積層してなる事の特徴とする表示装置。

【請求項8】 楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるよう多数隣接して平面内に配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \geq \text{長軸} / \text{短軸} \geq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である凸又は凹レンズからなるレンチキュラーレンズのレンズ面の反対側の面に、表面粗さが光源光の波長以上 $100 \mu\text{m}$ 以下の微小凹凸を形成してなる事を特徴とする請求項1、3、4、5、又は7に用いるレンズシート。

【請求項9】 双曲線柱単位レンズをその稜線方向が互*

$$X^2/a^2 + Y^2/b^2 = 1$$

但し、aは短軸長、bは長軸長で、 $a < b$ とした時、※ 長軸/短軸 = b/a は、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \geq b/a \geq 0.9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

-----式(2)

とするのが好ましい。楕円をこのように設計する理由としては、レンチキュラーレンズの球面収差をなくし、集光時の損失を最小にするためである。即ち、図4(A)、図5(A)のように真円柱レンチキュラーレンズを用いた場合、レンズの集束作用を利用して放光を所定の拡散角 θ 内に集束させようとしても、実際に焦点Fに集束する光はレンズ中心付近の近軸光線LNのみであり、その他の光線LFは焦点をそれて散逸光となって★

$$n = 1/e$$

の関係が成り立てば良い。また偏平率eは、該楕円の長☆

$$e^2 = (b^2 - a^2) / b^2$$

と書ける。よって、式(1)及び式(2)より、

$$\text{長軸} / \text{短軸} = 2b / 2a = b/a = n / (n^2 - 1)^{1/2} \quad \text{式(5)}$$

例えば、アクリル樹脂で屈折率=1.5の物質を使用したとすると、式(5)より、

$$\text{長軸} / \text{短軸} = 1.34$$

の時球面収差はなくなる。但し実際には、導光板裏面の光拡散反射層2、導光板とレンズシートとの間の光拡散層8等による光拡散、屈折等により方向がそれる光線が一部生じる為、所定の拡散角 θ から逸脱する光エネルギーは零とはならないが、最小には出来る。

【0009】又式(5)から多少はずれても、その差が少ない間は式(5)の場合にほぼ近い特性を得ることが可能である。しかし、有る程度以上式(5)からはずれると輝度の角度分布ピークが、球面収差の為に光放出面の法線方向を中心とした平坦な山となり、且つ平坦な頂上の両端部にサイドロープ(側面のピーク)が出来てしまい、本発明の目的に適さなくなる。検討の結果、式(5)の $\pm 20\%$ 以内であればサイドロープを生ぜ

*いに平行になるように多数隣接して平面内に配列してなり、該双曲線単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 1 \times n / (n^2 - 1)^{1/2} \geq \text{漸近線の傾斜} \geq 0.$$

$$9 \times n / (n^2 - 1)^{1/2}$$

である凸又は凹レンズからなるレンチキュラーレンズのレンズ面の反対側の面に、表面粗さが光源光の波長以上 $100 \mu\text{m}$ 以下の微小凹凸を形成してなる事を特徴とする請求項2、6、又は7に用いるレンズシート。

【0007】本発明のレンズシート4は、楕円柱レンチキュラーレンズ、又は双曲線柱レンチキュラーレンズである。先ず、楕円柱レンチキュラーレンズを例に説明する。即ち、図3(A)のように楕円柱状の凸単位レンズ42をその稜線方向を平行にして隣接して配列させてなる柱状レンズ群(所謂レンチキュラーレンズ)であり、レンズシート4の法線方向に楕円の長軸方向が向いている。そして楕円の偏平度としては、楕円の式を、

式(1)

★しま(所謂球面収差)。この際焦点をずれた光線LFは、所定の各 θ 内から散逸してしまい、光の損失及び不要なノイズ光となってしまふ。

【0008】レンチキュラーレンズの球面収差を最小にする為の幾何光学的条件は、レンチキュラーレンズの稜線に直交する断面(主切断面)の楕円の偏平率eとレンズ材料の屈折率nとの間に、

式(3)

☆軸の長さ2bと短軸の長さ2aを使って、

式(4)

ず、一応単なる光等方拡散性フィルムの場合に比べ、良好な光エネルギー利用率、シャープな拡散角、高い法線方向輝度を得ることができると判明した。但し、実用上より好ましくは、式(5)の $\pm 10\%$ 以内の偏平率にするとよい。

【0010】尚この単位レンズは、図3(A)、(C)の様な凸レンズでも、図3(B)、(D)の様な凹レンズでも良い。

【0011】該楕円柱単位レンズの光線の挙動は、第4図(B)、図5(B)に示した通りである。光軸に平行に入射する光線は、球面収差を生じることなく、焦点Fに収束し、而る後所定の拡散角 θ で発散する。該拡散角 θ は、球面収差が無視でき、導光板の平滑表面10とレンズシート4との間の全反射によって、導光板の法線から大きくはずれた光線は、導光板内にフィードバックされ、導光板裏面の光反射層の拡散反射とによって導光板

の法線方向近傍の光線、即ち光軸にほぼ平行な光線が主にレンズに入射するとした場合、概略、 $\theta = 2 \tan^{-1} (p/2f)$ 式(6)

となる。ただし、 p は単位レンズの繰返し周期、 f は焦点距離である。図4と図5の比較からわかるように焦点にできる位置は凹レンズと凸レンズとで変わる。即ち、図4(B)のように凸レンズの場合結像は実像となり焦点はレンズ外部(向こう側)にできる。又図5(B)のように凹レンズの場合は、結像は虚像となり焦*

$$X^2/a^2 - Y^2/b^2 = 1$$

(但し、ここで、 b/a は漸近線の傾きで、 $a < b$ 、)で表現される双曲線柱型レンチキュラーレンズであっても同様な効果が期待できる。 a 、 b の最適範囲も楕円柱の場合と同様である。

【0013】これらレンズシートは1枚構成で用いることもできるが、柱状レンズを用いて X 、 Y 2方向(上下方向、左右方向等)の光拡散角を制御する為には図6のように2枚のレンズシートを、その長軸が直交するように積層しても良い。この場合レンズ面の向きは図6のように2枚とも同じ向きにするのが、光反射層2から飛来する光線のうち、比較的法線方向に近い成分の透過率の高さと、比較的法線方向から傾いた光線の導光板へのフィードバック率の高さとの均衡上最も良好であるが、勿論各レンズシートのレンズが対抗して向き合う(レンズ面は2枚のレンズシートの間に挟まれる)様に積層することもできる。又該レンズシートは図3(A)、(C)のように透光性基材を一体成形して得ても良いし、又図3(B)、(D)のように透光性平板(又はシート)44の上に単位レンズ42を形成したものでも良い。

【0014】該レンズシート4は透光性基材から形成される。此処で透光性基材としては、ポリメタアクリル酸メチル、ポリアクリル酸メチル等のアクリル酸エステル又はメタアクリル酸エステルの単独若しくは共重合体、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート等のポリエステル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリメチルペンテン等熱可塑性樹脂、或いは紫外線又は電子線で架橋した、多官能のウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレート等のアクリレート、不飽和ポリエステル等透明な樹脂、透明な硝子等、透明なセラミックス等が用いられる。

【0015】この透光性基材は、レンズシートとして用※

$$I^\circ(\theta) = I^\circ_{mp} \cos \theta, -90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ \quad \text{式(8)}$$

θ は法線 N とのなす角、 I°_{mp} は法線方向の透過光強度又はそれに類似する分布となることを云う。なお、 $I^\circ(\theta)$ の定義については後述する。

【0018】該レンズシートの裏面(レンズ面の反対面)には、微小凹凸(微小突起群)を設けることが好ましい。此の理由は、請求項1~請求項4のような所謂エッジライト型面光源の場合と、請求項5~請求項6のような所謂直下型面光源の場合で異なる。エッジライト

*点はレンズ内部(手前側)にできる。但しいずれの場合に於いても、本発明の用途の場合、焦点距離はレンズ表面(即ち面光源表面)から観察者までの距離に比べて充分小さく取る為(通常10mm以下)、観察者に対する効果としては凹、凸両レンズとも大差はない。

【0012】尚、以上の説明では専ら楕円柱型レンチキュラーレンズについて述べたが、単位レンズ断面が式(6)、

$$\text{式(6)}$$

※いる場合には、通常総厚みが20~1000 μ m程度とする。

【0016】レンズ形状を形成する方法としては、例えば、公知の熱プレス法(特開昭56-157310号公報記載)、紫外線硬化性の熱可塑性樹脂フィルムにロールエンボス版によってエンボス加工したのちに、紫外線を照射してそのフィルムを硬化させる方法(特開昭61-156273号公報記載)、レンズ形状を刻設したロール凹版上に紫外線又は電子線硬化性樹脂液を塗布し凹部に充填後、樹脂液を介してロール凹版上に透明基材フィルムを被覆したまま紫外線又は電子線を照射し硬化させた樹脂と、それに接着した基材フィルムとをロール凹版から離型し、ロール凹版のレンズ形状を硬化樹脂層に賦型する方法(特開平3-223883号、米国特許第4576850号等)等を用いる。該方法の場合、成形したレンズシートを巻き取って加工する都合上、加工時の亀裂発生等を防止する為、紫外線又は電子線硬化性樹脂としては、比較的柔軟性、柔軟性のあるものを選定する。

【0017】透光性基材に要求される透光性は、各用途の使用に支障のない程度に、拡散光を充分透過するように選定する必要がある、無色透明が一番望ましいが、用途によっては着色透明又は艶消半透明であってもよい。ここで、艶消透明とは、透過光を半立体角内のあらゆる方向にほぼ均一等方的に拡散透過させる性質をいい、光等方拡散性と同義語に用いられる。つまり、艶消透明とは、透光性基材の表面の法線方向とのなす角を θ とした場合に、平行光束を裏面から入射させたとき(入射角 $i = 0^\circ$)における透過光強度の角度分布 $I^\circ(\theta)$ が \cos 分布

型の場合は後述するように、光放出面内の輝度分布を均一化する為であり、一方直下型の場合は所定の光拡散角内の輝度の角度分布の均一化が目的である(この場合は、単なる光拡散効果)。レンズシート裏面に形成する高さが光源光の波長以上、100 μ m以下の微小凹凸41は、図14のように一体成形レンズシート4の裏面に熱プレスによるエンボス加工、サンドブラスト加工等で直接形成することも出来るし、その他図11のようにレ

レンズシート4の平坦な裏面に突起を有する透光性材料層を形成することによっても出来る。具体的には、炭酸カルシウム、シリカ、アクリル樹脂等の透明な微粒子を透明バインダーに分散させた塗料を塗工して、塗膜の表面に微粒子の凹凸を現出させる方法、或いは前記の特開平3-223883号、米国特許第4576850号等に開示されるロール凹版上で紫外線又は電子線硬化性樹脂液を表面が艶消し微小凹凸となる様に成形する方法等を用いる。

【0019】該突起41は、図11のように導光板1の平滑表面10とレンズシート4との間に光源光の波長以上の空隙9（寸法 ΔX ）を少なくとも部分的に形成させる事が目的である。後述するように空隙 ΔX が光源光の波長未満だと、導光板1の平滑平面10での光全反射が充分に起きなくなり、又100 μm 超過だと突起の凹凸形状が目立ってきて不都合である。

【0020】此の目的が達せられれば該突起41はいかなる凹凸形状でも良いが、所望の拡散角内での均一な輝度の角度分布と光源面内での均一な輝度分布とを得る点から、最も良好な態様は、図3（C）、（D）の様にレンズシート4の裏面にランダムな凹凸形状（例えば砂目模様、梨地模様等）を全面に形成したものである。此の様にすると、図11に示すようにレンズシート4の裏面から入射した光L1、L2等は該突起群41が光拡散層としても作用して光を等方的に拡散する為、別途艶消透明シートを介在させることなく均一な角度分布がえられ、又網点状のパターンが目立つこともなく良好である。

【0021】勿論この他、図10の如く艶消し透明性と表面の波長以上、100 μm 以下の突起群41とを有する光等方拡散性シート8を、レンズシート4と導光板の平滑平面10との間に介在させる事も出来る。但し、この場合は光が拡散する界面が複数（平滑平面10光等方拡散性シート8、光等方拡散性シート8/レンズシート4の裏面）になるため、法線方向近傍に向かう有効な光エネルギーの透過率が最大になり、且つ法線方向から大きく離れた（斜め～光放出面の接線方向）光源として無駄になる光エネルギーの反射率も最大となり（この反射光は、図11でわかるように、別の場所の光反射層2に送られ、そこで再利用される。）光エネルギー利用効率が最大となり、同時に全光放出面内での輝度分布も最も均一となる。

【0022】又、図14の如く、微小凹凸41は、網点等の互いに隔たった点状パターンが平面内に分布配列したものを有する事もできる。但し、この様にするとパターン41が目立つ為、艶消し剤をレンズシート4に分散させる等の工夫が必要となる。

【0023】本発明の面光源は図10、図11の断面図、及び図1、図2の斜視図で示される構成となっている。導光板1、その側端部の少なくとも1箇所に隣接し

て設置された線状又は点状光源3、導光板の裏面の光反射層2、導光板の光反射層とは反対面に設置されたレンズシート4、とを最低限の構成となすものである。通常これらに、光源光反射鏡5、全体を収納し、光放出面を窓とした収納筐体（図示せず）、電源（図示せず）等も付随する。

【0024】導光板1の光反射層の反対面10は平面であり、表面粗さ（JIS-B-0601の十点平均粗さ R_a 等で計測される）は、光源光の波長以下に仕上げる。通常光源は可視光線であり、その波長は0.4～0.8 μm であるから、表面粗さは0.4 μm 以下とする。この程度の粗さに仕上げる方法としては公知の手法、例えば鏡面板での熱プレス、鏡面性の形を用いた射出成形、注型（キャストイング）成形、光学レンズ等で行われている精密研磨等を用いれば良い。

【0025】導光板1の材料としては、前記のレンズシートの材料と同様の透光性材料の中から選択する。通常は、アクリル又はポリカーボネートの樹脂が用いられる。導光板の厚みは、通常1～10mm程度のものが用いられる。

【0026】光源3としては、蛍光灯等の線光源が全面均一の輝度を得る上で好ましいが、白熱電球等の点光源を用いる事も可能である。該光源3は図示した様に導光板の側端部の外に隔離して設ける以外に、導光板1の側端部を一部切り欠いて、一部又は全部を導光板の中に埋設する事も可能である。高輝度と輝度の面内での均一性向上の点から、光源3を導光板1のもう片方の側端部にも設置する事もできる。光源光反射鏡5としては公知のもの、例えば放物面柱、双曲線柱、楕円柱等の形状をした板の内面に金属蒸着をしたものが用いられる。

【0027】エッジライト型面光源の場合、導光板の平滑平面10上には、前記のレンズシート4を積層する。その際図10、図11のようにレンズシート4のレンズ面を外側（平面10の反対面）に、微小凹凸41が内側（平面10側）を向くようにして載せることにより、レンズシート4と導光板1の平滑面10との間に、光源光の波長 λ 以上の空隙9が少なくとも一部分はできるようにする。空隙部分9の面積比率 R 即ち、

$$R = (\text{波長}\lambda\text{以上の空隙のある部分の面積} / \text{導光板全表面積}) \times 100\%$$

は、要求される面内での輝度の均一性、光エネルギーの利用効率、導光板の寸法等により決定されるが、通常は、比率 R は80%以上、より好ましくは90%以上必要である。

【0028】この理由としては、実験の結果、図9の様な、ともに表面粗さが光の波長以下の平滑な導光板表面10とレンズシートの表面41とを密着させた場合、線光源3からの入力光のうち大部分が、光源側の側端部から距離 y の所で全反射することなく放出され、 y より遠い所では急激に輝度が低下して暗くなることが判明し

た。そして、発光部の長さ y と導光板の光伝播方向の全長 Y に対する比率、 $(y/Y) \times 100 = 10 \sim 20\%$ である事が判明した。よって、光源から導光板平面10に入射する光エネルギー量を全長さ Y に均等に分配する*

$$(\text{透過光量} / \text{全反射光量}) = (\text{波長}\lambda \text{以上の空隙のある部分の面積} / \text{導光板全表面積}) = R \quad \text{式(9)}$$

で近似されることから、 R は80～90%以上必要となる事が判明した。

【0029】レンズシート4と導光板1との間に光源光の波長以上の空隙を形成する方法としては、レンズシート4を、そのレンズ面42と突起群41の向きを図10、図11とは反転させて置くことも出来る(図示せず)。但しこの場合は、一旦レンズ面42で所望の角度内に集束された光が、再び東邦的に発散してしまう為、光の拡散角を最適値である法線を中心とした30度～60度内に制御することが難しい。

【0030】光反射層2は、光を拡散反射させる性能を持つ層であって、以下のように構成することができる。

- ① 導光板層の片面に、高隠蔽性かつ白色度の高い顔料、例えば、二酸化チタン、アルミニウム等の粉末を分散させた白色層を塗装などによって形成する。
- ② サンドブライト加工、エンボス加工等によって艶消微細凹凸を形成した導光板の凹凸模様面に、更に、アルミニウム、クロム、銀等のような金属をメッキ又は蒸着等して、金属薄膜層を形成する。
- ③ 隠蔽性が低く単にマット面を塗布で形成した白色層に、金属薄膜層を形成する。
- ④ 網点状の白色層に形成し、光源から遠ざかるに従って面積率を増やして、光源の光量が減衰するのを補正するようにしてもよい。

【0031】尚本発明の面光源100を透過型LCD等の透過型表示装置のバックライト(背面光源)として使用する場合の構成は図1、図2の通りである。即ち本発明の面光源100のレンズシートのレンズ面(単位レンズ42のある側)の上に透過型表示装置6を積層すれば、本発明の表示装置を得る。

【0032】面光源の光の分布状態を評価するには、拡散角が有効である。拡散角としては例えば半値角 θ_H が用いられる。これは、透過光輝度(又は強度)が光放出面の法線からの角度 θ の減少関数 $I(\theta)$ とした時に、 $I(\theta_H) = I(\theta) / 2$ となる角 θ_H として定義される。

【0033】

【作用】請求項1、及び請求項5の楕円柱レンチキュラーレンズは、前記の通り幾何光学的に球面収差を生じない。即ち真円柱単位レンズは図4(A)、図5(A)のように球面収差が存在し、光軸から離れた入射光線L2は焦点には集光せず、その結果、一部の光が所定の拡散角 θ の範囲から逸脱して無駄になってしまう。一方本発明で用いる図4(B)、図5(B)の楕円柱単位レンズ

* 為には、平面10への入射光のうち10～20%だけは透過させ、残り90～80%を全反射させる必要がある。概ね、

は前述のように球面収差を生じない乃至はそれが無視出来る範囲内の形状に設計されている。その為、光軸に平行な入射光はレンズシート4で屈折後、1つの焦点に収束し、その後その儘発散して行くため、放出光は所望の拡散角 θ (式(6))にほぼ近い角度で集光され、有効利用される。凹レンズの場合は、前記の通り凸レンズに比べて、焦点の位置がレンズの全方か後方かの差である。従ってレンズシート4の焦点距離よりも充分遠方の観察者にとっては、凸レンズと実質同様の作用をなす。

【0034】又双曲線レンチキュラーレンズの場合も、前記楕円柱レンチキュラーレンズの場合と同様である。

【0035】次に、エッジライト型面光源に於ける、空隙9について説明する。エッジライト方式面光源の作用機構は図7のように、光源3から導光板1に入射し導光板の平滑平面10に直接入射する光線のうち、光源近傍に入射するL1は入射角(面10の法線とのなす角)が小さく臨界角未満になる為、入射光量の何割かが透過光L1Tとなって放出する。これによって、光源近傍の放出光が形成される。一方、光源3から比較的離れた所に直接入射する光線L2は入射角が大きく、臨界角以上となる為、外部には放出されず全反射光L2Rとなって更に遠方へ送られ、導光板裏面の光拡散反射層2で拡散(乱)反射光L2Sとなって四方八方に進む、これらの何割かは臨界角未満で面10へ入射し、その更に何割かが放出光となる。これによって光源から離れた所での放出光が形成される。

【0036】此处で、導光板1の平滑平面10の上に、非レンズ面が平滑平面となったレンズシート4の平滑面が面10に接する向きで積層した状態が第8図、第9図である。通常使用される透光性材料の屈折率は、いずれも大体1.5前後であり、相互の差は大きくない。よって、程度の差はあれ、図9のようにレンズシート4と導光板1とは光学的に殆ど一体の物となる。そうすると、レンズシート4の単位レンズ42の表面は平滑平面10に対して傾斜を持つので、光源近傍で導光板に入射する光線の大部分、例えばL1、L2、L3は臨界角未満で入射する為、何割かがその儘放出され、反射した光も大部分が光源方向に戻され、遠方に伝播されない。もちろん、光源から直接遠方のレンズ面に入射し、そこから放出光となる光線、例えば図9のL4も存在するが、その量は図7の場合より少ない。故に前述の様に、面光源からの放出光は、光源側近傍導光板の全面積の10～20%の所に大部分集中してしまう事になる。

【0037】一方本発明では、図10、図11のよう

に、レンズシート4の非レンズ面側に突起群41を形成し、それにより導光板の平滑平面10とレンズシート4との間に、少なくとも部分的に、空隙9を形成する。此の空隙部9では、通常1.5程度の導光板1と屈折率1.0程度の空気層（乃至は真空層）とが平面10を界面として隣接する為、図7の場合と同様の光全反射が起こる。そのため光源近傍の領域では平面10に臨界角未満で入射し透過していく光線L1Tによって放出光がえられ、又光源から離れた領域では該空隙部9の界面で全反射した後、裏面の光拡散反射層2で拡散反射した光線のうち臨界角未満の成分L2Tによって放出光が得られる。

【0038】勿論、L2Tの中でも、一部、微小凹凸41と平滑平面10とが接触している領域に入射した光は、全反射せず、そのまま透過し放出光となる。空隙部の面積比Rが80～90%以上の場合、全面ほぼ均一な輝度分布となることは、前述の通りである。

【0039】又ここで、微小凹凸41の高さ（即ち空隙部の間隔）を、光源光の一波長以上にしたことにより、面10での全反射が確実なものとなる。その理由としては、図12のように、導光板内部から導光板の平滑平面10入射した光線L1が全反射して反射光L1Rになる場合、厳密に言うと光の電磁場は全く空気（又は真空）9の中に存在しない訳ではなく、一部トンネル効果により界面10を透過した電磁場L1Vが存在している。但し、此の電磁場L1Vは指数関数的に減衰し、光の波長程度のオーダーで振幅は0となる。よって、空隙9が光の波長に比べて充分大きな距離続けば、光線L1は事実上全く、空隙部9の中には入らない。

【0040】ところが、図13のように導光板1とほぼ同屈折率のレンズシート4が、導光板の面10に対して、光の波長 λ 未満の距離 ΔX 迄近づくと（ $\Delta X < \lambda$ ）、完全に減衰せずにレンズシート4に入った電磁場L1Vは再び進行波L1Tとなる、即ち透過光L1Tが生じてしまう。

【0041】本発明に於いては、レンズシート4の裏面に微小凹凸41が形成してある為、図14のように導光板1とレンズシート4との間には空隙部9を有する領域と空隙部が無く光学的に両者が一体化している（或いは空隙が有っても光の波長未満）領域とができる。これらのうち、空隙部では入射光の全反射が起こり、空隙のない部分では入射光は透過する。空隙部面積の導光板全面積に対する比で、面10で全反射する光量の比が決まることは前述の通りである。

【0042】

【発明の効果】請求項1、請求項2、請求項5、請求項6の面光源は球面収差がない為、導光板から放出された光は殆ど所定の拡散角内に集光され、本来無駄になる面光源の斜め～接線方向に散逸する光エネルギーも観察に有効な照明光として利用できる。その為、エネルギーの

利用効率も良く、高輝度であり、且つ面光源側面にノイズ光を放出することもない。請求項3、請求項4の面光源は、レンズシート4の裏面（レンズ面の反対面）の微小凹凸の為、エッジライト型面光源の導光板とレンズシートとの間に確実に、光源光の波長以上の空隙を形成出来る。その為レンズシートを置いても、導光板表面での光全反射による導光板内全体への光源光の均一な分配を妨げることがなく光放出面内での輝度分布は均一である。

【0043】又請求項7の表示装置は、請求項1～請求項6の面光源を使用している為、電力等エネルギー利用効率が高く、高輝度で、適度な視野角を持ち、且つ前面均一な輝度の表示を得る事ができる。

【0044】

【実施例1】

（レンズの成形工程）図15の様な装置を用い、以下の工程により製造した。

①厚さ100 μ mの無色透明な2軸延伸ポリエチレンテレフタレート（PET）の基材フィルム11の巻取りロール11を用意した。

②金属円筒表面に楕円柱レンチキュラーレンズ形状の逆型（同一形状で凹凸が逆）15を刻設したロール状凹版14を用意し、これを中心軸の回りに回転させつつ、Tダイ型ノズル21から紫外線硬化型樹脂液16を版面に供給し、レンズの逆型の凹凸表面を充填被覆した。

③次いで前記基材フィルム12を巻取りロール11からロール状凹版14の回転周速度と同期する速度で巻出して、押圧ロール13で基材フィルムを該ロール凹版上に、該樹脂液を間に介して積層密着させ、その儘の状態（水銀灯23、23からの紫外線を基材フィルム側から照射し、該逆型内で樹脂液を架橋硬化させると同時に基材フィルムと接着した。）

④次いで剥離ロール18を用いて走行する基材フィルムを、それに接着したレンズ形状19の成形された硬化樹脂と共に剥離し、

⑤斯くして、楕円柱レンチキュラーレンズシート20を得た。ちなみに；

レンズ形状；図3（A）の通り、

・単位レンズ形状；凸楕円柱（長軸をレンズシートの法線方向に向ける。）

・長軸長 $2b = 204\mu$ m

・短軸長 $2a = 150\mu$ m

・長軸長/短軸長 $= 2b/2a = 1.36$

・レンズ単位の繰返し周期 $p = 130\mu$ m

紫外線硬化性樹脂液；

・多官能ポリエステルアクリレートオリゴマー

・光反応開始剤

を主成分とする。

【0045】（微小凹凸を有する艶消し層の成形工程）

①金属円筒表面にサンドブラストして得た微小凹凸（突起群）の逆型を刻設したロール状凹版を用意した。

②次いで、厚さ50 μ mの無色透明な2軸延伸ポリエチレンテレフタレート基材フィルムを巻取りロールから巻戻し、レンズ成形工程と同様の装置、樹脂液、を用いて、該レンズシートの裏面に紫外線硬化型樹脂硬化物よりなる艶消し透明の微小凹凸を成形した。

③斯くして、本発明に仕様する光拡散層を得た。ちなみに、

微小凹凸

- ・ヘイズ値=88.8
 - ・表面光沢度(JIS-Z-8741)=11.1
 - ・表面粗さ(JIS-B-0601の十点平均粗さ) $R_z=38.4\mu\text{m}$
 - ・表面粗さ(JIS-B-0601の中心線平均粗さ) $R_a=7.3\mu\text{m}$
- 【0046】

【実施例2】実施例1で製造した楕円柱レンズシートを、実施例1で製造した光拡散層を介して、導光板に重ね、図1の100の構成のエッジライト型面光源を得た。

導光板；

- ・材料；ポリメチルメタアクリレート重合体樹脂
- ・形状；直方体。厚み4mm
- ・表面；十点平均粗さが全面に於いて $R_z=0.1\mu\text{m}$ 未満の平滑性に仕上げた。
- ・裏面；導光板の裏面に艶消し透明インキを円形の網点状に印刷し、その裏面にアルミニウムをポリエチレンテレフタレートフィルムに真空蒸着した鏡面反射性フィルムをおいた。網点はシリカの微粉末をアクリル系樹脂のバインダーに分散させたものを用いシルクスクリーン印刷で形成した。網点の配列は、繰返し周期5mmで縦・横方向に配列させた。網点の直径は光源に近い所では0.1mmとし、光源からの距離に比例して大きくし、光源と反対側の端部で2mmとした。

光源

線光源として、白色蛍光灯を導光板の一端に配置した。導光板と反対側には金属性の反射鏡を置いた。

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は図16の通り。
- ・半値角=36度
- ・法線方向輝度(導光板中央部)=2028cd/m²
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 15\%$ 以内。目視でも略均一
- ・サイドローブ発生無し。

【0047】

【比較例1】実施例2に於いて、レンズシート凸楕円柱レンチキュラーレンズに代えて、下記の三角柱プリズム型レンチキュラーレンズを仕様した。

- ・断面形状；直角二等片三角形。90度の頂角を面光源の法線方向に向ける。
- ・単位レンズの繰返し周期(一辺の長さ)=100 μ

m

- ・材料、層構成、製法は実施例1の凸楕円柱レンチキュラーレンズと同様。

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は図17の通り。
- ・半値角=34度
- ・法線方向輝度(導光板中央部)=2074cd/m²
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 15\%$ 以内。目視でもほぼ均一
- ・サイドローブ発生有り。(法線から ± 75 度方向にピーク)

サイドローブピーク輝度/法線方向輝度=26%

【比較例2】実施例2に於いて、レンズシートの代わりに実施例1で作った光拡散層を用いた。即ち、光拡散層を2層重ねて置いた。その他は実施例2と同じとした。

以上の構成の面光源の性能は以下の通り、

- ・輝度の角度分布は図19の通り。
- ・半値角=38度(但し、半値角の外でも急には減衰せず或る程度の放出光が分布する。)
- ・法線方向輝度(導光板中央部)=1491cd/m²
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 15\%$ 以内。目視でも略均一
- ・サイドローブ発生無し。

【比較例3】実施例2に於いて、以下の形状の凸楕円柱レンチキュラーレンズを使用した。

- ・単位レンズ形状；凸楕円柱(短軸をレンズシートの法線方向に向ける。)
- ・長軸長2b=150 μ m
- ・短軸長2a=204 μ m
- ・長軸長/短軸長=2b/2a=0.74
- ・レンズ単位の繰返し周期p=177 μ m

その他は実施例2と同じとした。以上の構成の面光源の性能は以下の通り、

- ・輝度の角度分布は図18の通り。
- ・半値角=42度
- ・法線方向輝度(導光板中央部)=1738cd/m²
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でもほぼ均一
- ・サイドローブ発生有り。(法線方向より、 ± 75 度離れた方向に輝度のピークあり)

サイドローブピーク輝度/法線方向輝度=37%

【比較例4】実施例2に於いて、レンズシートの裏面に艶消し層を介在させない物を使用した。レンズシート裏面は、基材フィルム表面自体であり、表面の十点平均粗さ R_z は0.1 μ m未満の平滑平面とした。その他は実施例2と同じとした。以上の構成の面光源の性能は、光放出面の法線方向輝度が光源側端部近傍は高輝度であるが、光源からの距離とともに急激に低下し、光源から2cmの所では目視で暗く感じる程に輝度が低下してしまった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエッジライト型面光源、及びそれを用いた透過型表示装置の実施例の斜視図。

【図2】本発明の直下型面光源、及びそれを用いた透過型表示装置の実施例の斜視図。

【図3】本発明のレンズシートの実施例の斜視図。楕円柱型レンチキュラーレンズの場合。(A)、(C)は凸レンズ、(B)、(D)は凹レンズの場合。

【図4】レンズシートの光線の挙動、特に球面収差を単位レンズで説明した図。(A)は凸真円柱レンズの場合、(B)は本発明の凸楕円柱レンズの場合。

【図5】レンズシートの光線の挙動、特に球面収差を単位レンズで説明した図。(A)は凹真円柱レンズの場合、(B)は本発明の凹楕円柱レンズの場合。

【図6】本発明のレンズシートの別の実施例の斜視図。楕円柱型レンチキュラーレンズ2枚を、両者の軸が直行する様に積層した場合。

【図7】従来技術のエッジライト型面光源の断面図。導光板上にレンズシートなしの場合。

【図8】従来技術のエッジライト型面光源の斜視図。導光板上にレンズシートを、間に空隙を置かず、密着させた場合。

【図9】(図8)の拡大断面図。レンズシートと導光板との界面が光学的に消滅一体化している事を示す。

【図10】本発明のエッジライト型面光源の実施例の断面図。導光板とレンズシートとの界面に、両面が微小凹凸を有する光拡散層を挿入し、2か所(2層)の空隙を形成した例。

【図11】本発明のエッジライト型面光源の別の実施例の断面図。レンズシートの裏面に直接微小凹凸を形成して、空隙を1層のみ有する例。

【図12】導光板表面の平滑平面で全反射する光線の挙動を示す断面図。一部空気中に電磁場がトンネル効果で滲み出ている。

【図13】導光板からトンネル効果で滲み出した光線がレンズシート内で再び進行波となることを示す断面図。

【図14】本発明のレンズシートに於いて、導光板から外部へ向かって進行する光線が一部全反射され、一部透過することを示す断面図。

【図15】本発明の製造方法の一例を示す断面図。(実施例1)に対応する。

【図16】本発明〔実施例2〕のエッジライト型面光源の特性。長軸が法線方向に向いた凸楕円柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図17】〔比較例2〕のエッジライト型面光源の特性。三角柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図18】〔比較例3〕のエッジライト型面光源の特性。短軸が法線方向に向いた凸楕円柱レンチキュラー

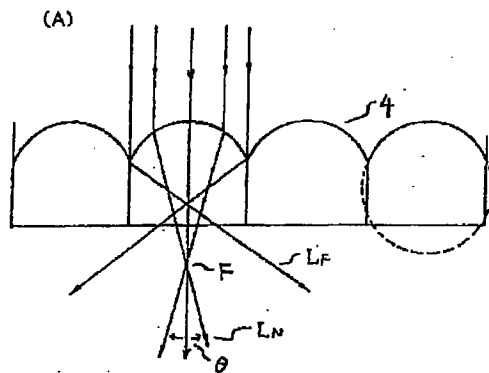
レンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図19】〔比較例3〕のエッジライト型面光源の特性。導光板の上に光拡散層(フィルム)を2層積層した場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

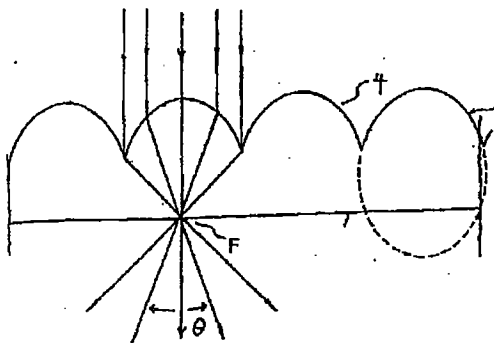
【符号の説明】

- 1 導光板
- 2 光反射層
- 光源(ユニット)
- 4 レンズシート
- 5 反射鏡
- 6 液晶表示装置等の透過型表示装置
- 7 レンズシート裏面の平滑平面
- 8 光等方拡散性シート(光拡散層)
- 9 空隙
- 10 導光板表面の平滑平面。
- 11 巻取りロール
- 12 基材フィルム
- 13 押圧ロール
- 14 ロール状凹版
- 15 レンズ形状の逆型
- 16 紫外線硬化型樹脂液
- 17 レンズ逆型内の未硬化樹脂液
- 18 剥離ロール
- 19 レンズ形状(レンズ単位)
- 20 レンズシート
- 21 Tダイ型ノズル
- 22 液溜まり
- 23 水銀燈
- 41 レンズシートの突起(群)
- 42 レンズ単位
- 43 突起群を有する透明層
- 44 透明基材層
- 100 面光源
- 200 表示装置
- F 焦点
- L1 光源から近傍のレンズ面に直接入射し、透過して行く光線。
- L2 光源から近傍のレンズ面に直接入射し、透過して行く光線。
- L3 光源から近傍のレンズ面に直接入射し、透過して行く光線。
- L4 光源から遠方のレンズ面に直接入射し、透過して行く光線。
- LN 近軸光線。
- LF 近軸から離れた光線。
- L1R 導光板の平滑平面10での反射光。
- L2R 導光板の平滑平面10での反射光。
- L1T 導光板の平滑平面10での透過光。
- L2T 導光板の平滑平面10での透過光。

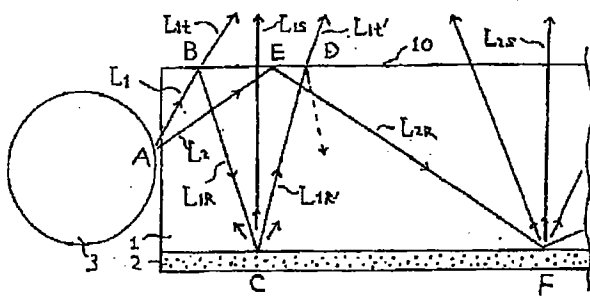
【図4】



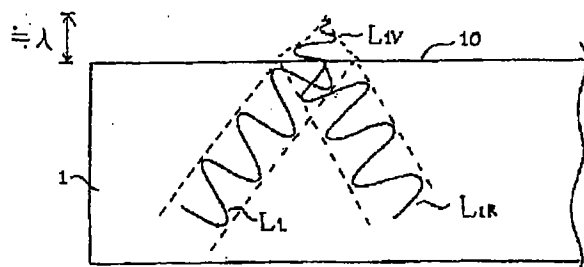
(B)



【図7】

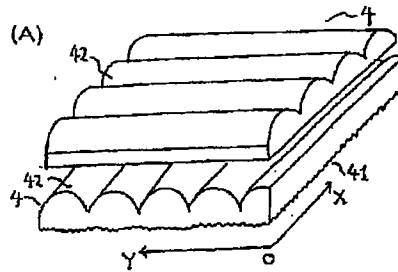


【図12】

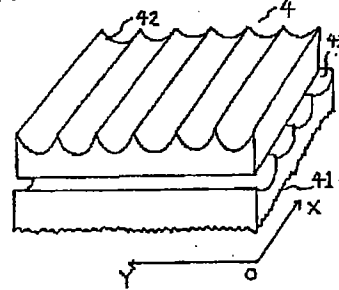


* *

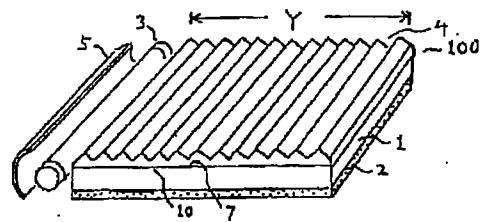
【図6】



(B)



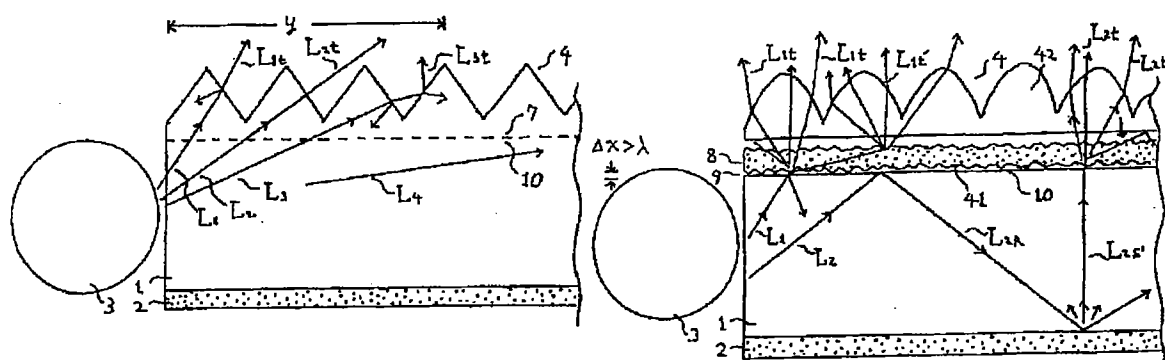
【図8】



【図9】

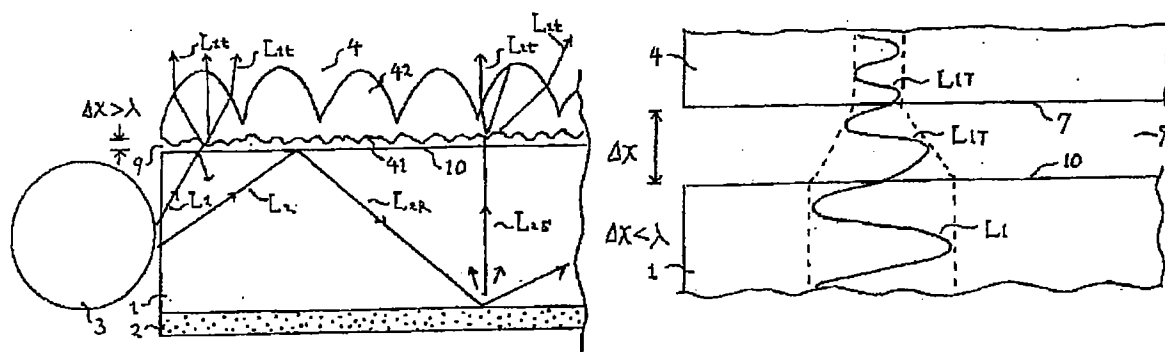
* *

【図10】



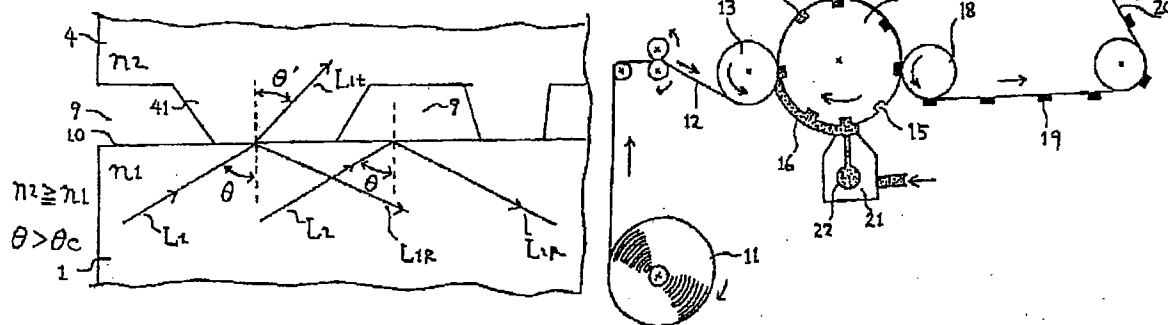
【図11】

【図13】

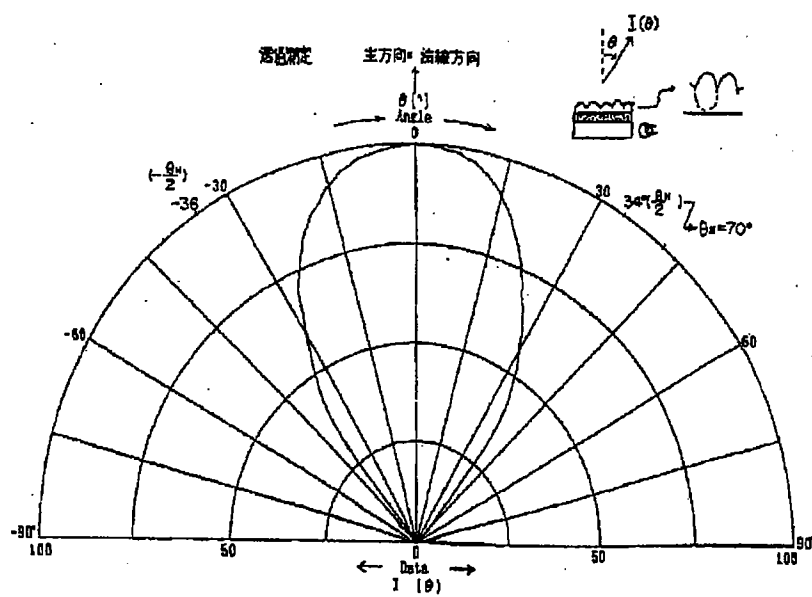


【図15】

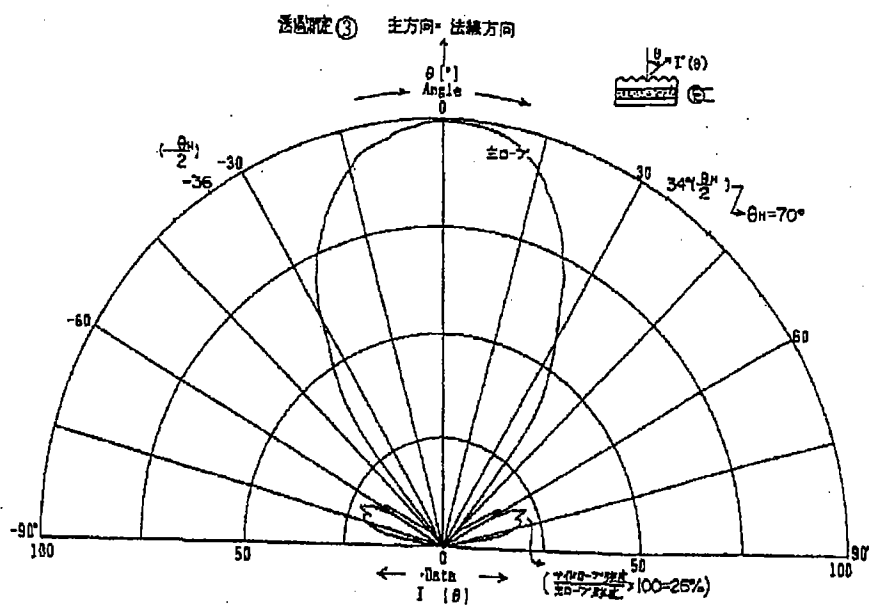
【図14】



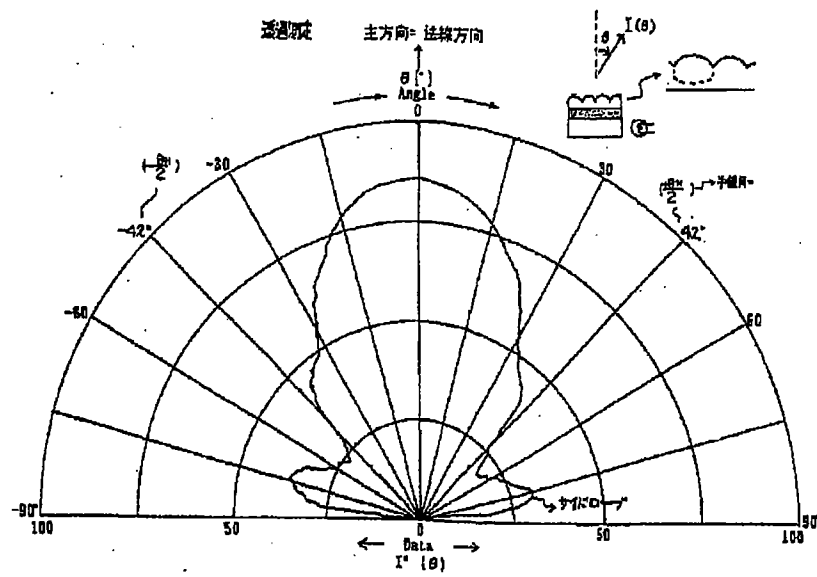
【図16】



【図17】



【図18】



【図19】

